

MANDATARIA:



STUDIO D' INGEGNERIA ASSOCIATO
ISOLA-BOASSO & ASSOCIATI S.r.l.

MANDANTI:



ETATEC STUDIO PAOLETTI



C. & S. DI GIUSEPPE INGEGNERI
ASSOCIATI SRL Socio Unico

CIG: 896704821A

Vs. Rif. arch.:

Riproduzione o consegna a terzi
solo dietro specifica autorizzazione

Ente destinatario:

-



ACQUA
NOVARA.VCO
S.p.A.

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)
Tel. 0321/413111 - Fax. 0321/413196



PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO COMMESSA

ADEGUAMENTO DEL DEPURATORE DI GRAVELLONA TOCE ALLE DIRETTIVE COMUNITARIE

Via Trattati di Roma in Comune di
Gravellona Toce (VB)

Rif. N° Commessa: W01M - 10030635
CUP: D49E17000030002
RUP: Dott. Ing Barbara Dell'Edera

Data: Maggio 2022

Rif. archivio: 002.19

Scala

ELABORATO: ST.01.004 F

Rev.	AGGIORNAMENTI	DATA

OGGETTO

FASCICOLO DEI CALCOLI – EDIFICIO ISPESSIMENTO
FANGHI

Il Responsabile
Dott. Ing. Riccardo ISOLA

Visto

* Riservato all'Amministrazione

Sommario

1	FASCICOLO DEI CALCOLI EDIFICIO ISPESSIMENTO FANGHI	2
1.1	DATI DELLA MODELLAZIONE	2
1.2	CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO	4
1.3	SOLLECITAZIONI	10
1.4	REAZIONI VINCOLARI E PRESSIONI SUL TERRENO	15
1.5	DEFORMAZIONI	18
1.6	VERIFICHE DI RESISTENZA SLU PROFILATI METALLICI	19
1.6.1	<i>Tabella di verifica di tutti gli elementi</i>	19
1.6.2	<i>Riassunto verifiche degli elementi più sollecitati</i>	24
1.6.3	<i>Tabulati di calcolo di dettaglio elementi più sollecitati</i>	31
1.7	VERIFICHE DEI NODI	75
1.7.1	<i>Schema dei nodi</i>	75
1.7.2	<i>Collegamenti controventi 2L 80x8</i>	76
1.7.3	<i>Verifiche connessione Trave HeB200 – Colonna HeA200</i>	77
1.7.4	<i>Verifiche connessione Trave HeB200 – Colonna HeA160</i>	88
1.7.5	<i>Verifiche connessione Trave HeA180 – Trave HeA180</i>	97
1.7.6	<i>Verifiche connessione Trave HeA160 – Trave HeA160</i>	105
1.7.7	<i>Verifiche connessione Trave HeA160 – Trave HeA200</i>	106
1.8	VERIFICHE DELLE OPERE DI FONDAZIONE	115
1.8.1	<i>Verifiche trave di fondazione H=100 x B=100 cm</i>	115
1.8.2	<i>Verifiche trave di fondazione H=100 x B=80 cm</i>	118

1 Fascicolo dei calcoli Edificio Ispessimento Fanghi

1.1 Dati della modellazione

L'edificio per l'ispessimento meccanico dei fanghi prevede strutture in elevazione in carpenteria metallica di acciaio, e fondazioni formate da un graticcio di travi rovesce in c.a.

La porzione di edificio a due piani è formata da colonne di sezione HeA200, travi principali HeB200 e travi secondarie HeA180.

La porzione di edificio ad un piano prevede invece sia colonne che travi di sezione HeA160.

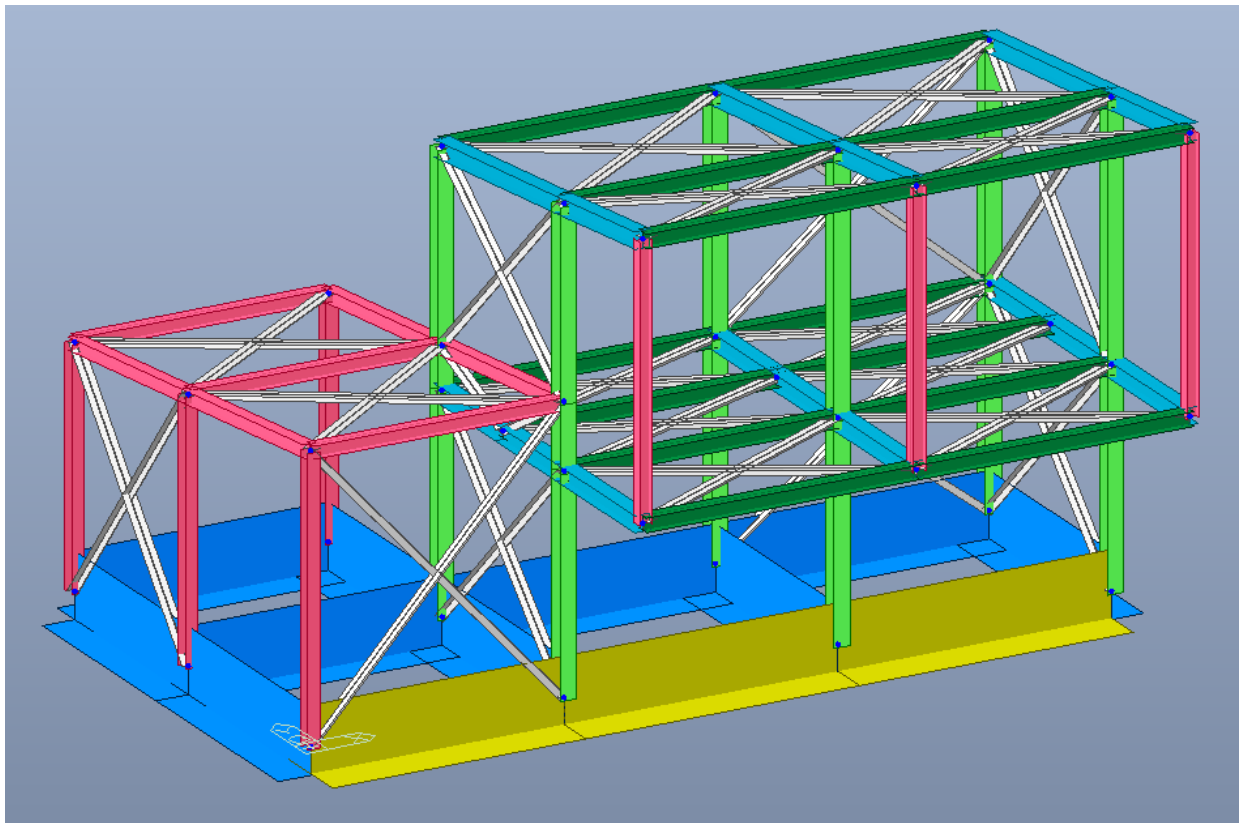
Al piano primo verrà installato un grigliato di tipo industriale con barre portanti 60x4 ad interasse 22 mm, in grado di sostenere il peso delle macchine e di trasferirlo alle travi.

I controventi sono in ogni caso di sezione a doppia L 75x6 mm.

Gli elementi finiti adottati sono di tipo beam sia per gli elementi in carpenteria metallica che in c.a.

Con riferimento all'immagine sotto riportata, le sezioni strutturali degli elementi sono le seguenti:

- In BLU Travi di fondazione in c.a. sezione a T, $B_{min} = 40$ cm, $B_{max} = 80$ cm, $H_{min} = 40$ cm $H_{max} = 80$ cm;
- In GIALLO Travi di fondazione in c.a. sezione a T, $B_{min} = 40$ cm, $B_{max} = 100$ cm, $H_{min} = 40$ cm $H_{max} = 80$ cm;
- In VERDE CHIARO colonne in acciaio sezione HeA200;
- In ROSA SCURO colonne e travi in acciaio sezione HeA160;
- In VERDE SCURO travi in acciaio sezione HeA180;
- In AZZURRO travi in acciaio sezione HeB200;
- In ROSA CHIARO controventi con sezione a 2L 75x6 mm



Modello di Calcolo agli elementi finiti

A supporto della pannellatura in lamiera sulla copertura sono provisti dei profilati secondari IPE 120, collocati ad interasse di 60 cm e superiori omega 60xx40x25.

L'interazione terreno struttura a livello del piano di fondazione è stata modellata con delle molle alla Winkler con costante di sottofondo media pari a circa 52000 kN/m³, ricavata dalle caratteristiche geotecniche del terreno con la formula di Vesic.

L'analisi sismica è stata effettuata mediante analisi dinamica con spettro di risposta, utilizzando gli spettri SLV per le verifiche di resistenza e SLO per le verifiche di deformazione.

La struttura è stata progettata come non dissipativa, con fattore di struttura q=1, vista la bassa sismicità del sito; i controventi sono stati progettati per resistere sia a trazione che a compressione, e la sezione degli stessi è sovradimensionata per evitare fenomeni di instabilità.

Di seguito vengono riportati i principali risultati dei periodi e delle frequenze dell'analisi dinamica, condotta con i vettori di Lanczos per 5 modi.

Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
EIGENVALUE ANALYSIS						
Mode No	Frequency		Period	Tolerance		
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)			
1	35.6324	5.6711	0.1763	6.4492e-81		
2	48.4203	7.7063	0.1298	6.9790e-71		
3	75.9957	12.0951	0.0827	3.7100e-56		
4	87.3264	13.8984	0.0720	8.2089e-52		
5	110.5252	17.5906	0.0568	2.0598e-44		

Di seguito vengono riportate le masse partecipanti:

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	41.4189	41.4189	20.4606	20.4606	0.0000	0.0000	23.3780	23.3780	57.0730	57.0730	16.2733	16.2733
2	25.8397	67.2586	62.0056	82.4663	0.0000	0.0000	66.4475	89.8254	29.6266	86.6996	0.8231	17.0964
3	28.1083	95.3669	6.2541	88.7204	0.0000	0.0000	5.6872	95.5126	10.8077	97.5073	36.5781	53.6745
4	3.7612	99.1281	0.9659	89.6863	0.0000	0.0000	1.0875	96.6002	1.4080	98.9152	32.5479	86.2224
5	0.0040	99.1321	3.8176	93.5039	0.0000	0.0000	2.4934	99.0935	0.0836	98.9988	0.1698	86.3922
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM
1	16.4691	16.4691	8.1356	8.1356	0.0000	0.0000	87.3698	87.3698	213.2974	213.2974	73.9245	73.9245
2	10.2744	26.7435	24.6548	32.7904	0.0000	0.0000	248.3324	335.7023	110.7226	324.0200	3.7389	77.6635
3	11.1765	37.9200	2.4868	35.2772	0.0000	0.0000	21.2546	356.9569	40.3914	364.4114	166.1631	243.8266
4	1.4955	39.4155	0.3841	35.6612	0.0000	0.0000	4.0644	361.0213	5.2620	369.6734	147.8549	391.6815
5	0.0016	39.4171	1.5180	37.1792	0.0000	0.0000	9.3184	370.3396	0.3124	369.9857	0.7714	392.4528

1.2 Carichi e combinazioni di carico

Per la determinazione delle azioni sul manufatto si faccia riferimento alla relazione strutturale.

Nel presente paragrafo vengono riportati i carichi assegnati ai vari elementi strutturali, le condizioni di carico elementari considerate e le combinazioni di carico.

Le condizioni di carico adottate nella modellazione della struttura sono le seguenti:

No	Name	Type	Description
1	DL	Dead Load (D)	Peso proprio
2	G2 Perm Solai	Dead Load (D)	Permanente solaio
3	G3 Perm Cop	Dead Load (D)	Permanente Copertura
4	G4 Perm Macchine	Dead Load (D)	Permanente Macchinari
5	G5 Perm Tamp	Dead Load (D)	Permanente Tamponamenti
6	VAR 1P	Live Load (L)	Variabile solaio 1P
7	SN	Snow Load (S)	Neve Copertura
8	WX	Wind Load on Structure (W)	Vento X
9	WY	Wind Load on Structure (W)	Vento Y

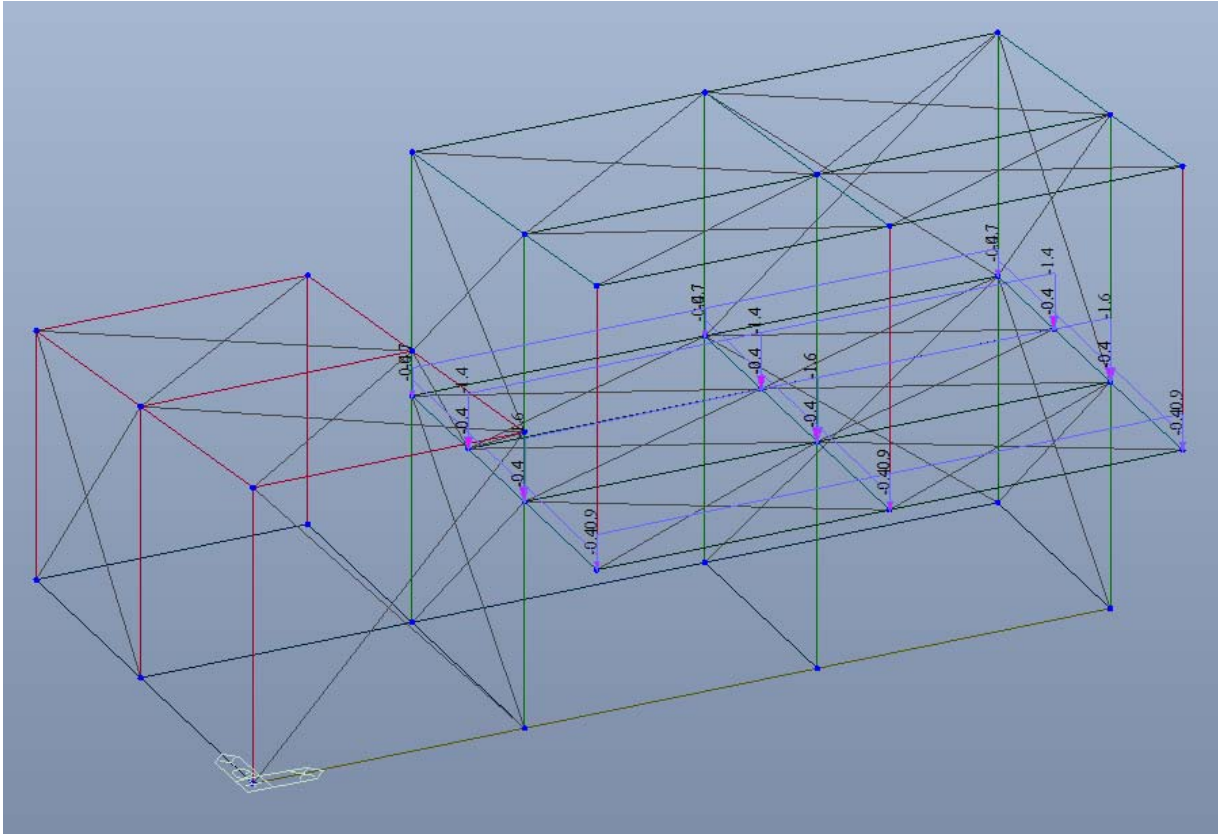
Le combinazioni delle condizioni di carico elementari, realizzate sulla base delle indicazioni del paragrafo 2.5.3 delle NTC 2018, sono le seguenti:

No	Name	DL(ST)	G2 Perm Solai	G3 Perm Cop	G4 Perm Macchine	G5 Perm Tamp	VAR 1P	SN(ST)	WX(ST)	WY(ST)
1	SLU 1	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000			
2	SLU 2	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000	1.0500		
3	SLU 3	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500	1.5000		
4	SLU 4	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000		0.9000	
5	SLU 5	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000			0.9000
6	SLU 6	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500		1.5000	
7	SLU 7	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500			1.5000
8	SLU 8	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000		-0.9000	
9	SLU 9	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000			-0.9000
10	SLU 10	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500		-1.5000	
11	SLU 11	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500			-1.5000
12	SLU 12	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000	1.0500	0.9000	
13	SLU 13	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000	1.0500		0.9000
14	SLU 14	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500	1.0500	1.5000	
15	SLU 15	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500	1.0500		1.5000
16	SLU 16	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000	1.0500	-0.9000	
17	SLU 17	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000	1.0500		-0.9000
18	SLU 18	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500	1.0500	-1.5000	
19	SLU 19	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500	1.0500		-1.5000
20	SLU 20	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500	1.5000	0.9000	
21	SLU 21	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500	1.5000		0.9000
22	SLU 22	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500	1.5000	-0.9000	
23	SLU 23	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.0500	1.5000		-0.9000

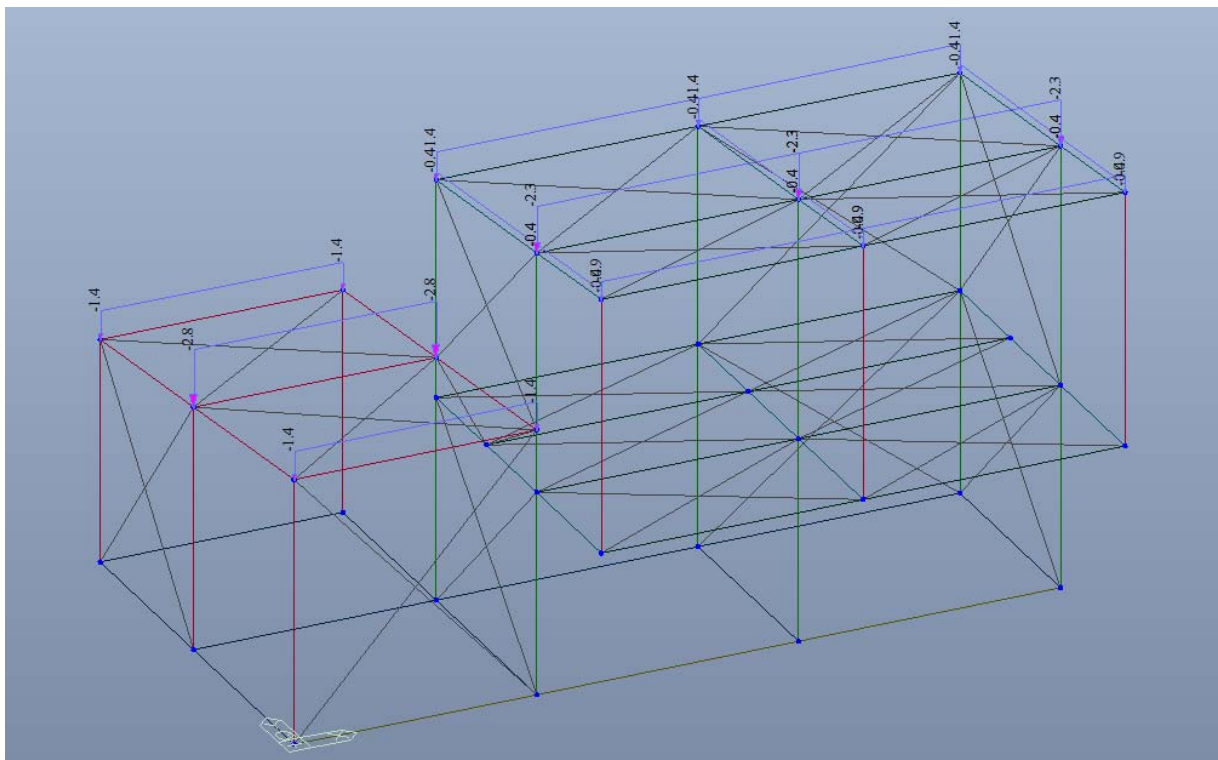
No	Name	DL(ST)	G2 Perm Solai	G3 Perm Cop	G4 Perm Macchine	G5 Perm Tamp	VAR 1P	Ex(RS)	Ey(RS)	Ex SLO(RS)	Ey SLO(RS)
24	SLV 1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.3000		
25	SLV 2	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	-0.300		
26	SLV 3	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000		
27	SLV 4	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	-0.3000	1.0000		
28	SLV 5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	-1.0000	-0.300		
29	SLV 6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	-1.0000	0.3000		
30	SLV 7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	-0.3000	-1.000		
31	SLV 8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	-1.000		
32	SLO 1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000
33	SLO 2	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	-0.3000
34	SLO 3	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000
35	SLO 4	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			-0.3000	1.0000
36	SLO 5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	-0.3000
37	SLO 6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	0.3000
38	SLO 7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			-0.3000	-1.0000
39	SLO 8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	-1.0000

No	Name	DL(ST)	G2 Perm Solai	G3 Perm Cop	G4 Perm Macchine	G5 Perm Tamp	VAR 1P	SN(ST)	WX(ST)	WY(ST)
41	SLE R2	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000		
42	SLE R3	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	1.0000		
43	SLE R4	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000		0.6000	
44	SLE R5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000			0.6000
45	SLE R6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000		-0.6000	
46	SLE R7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000			-0.6000
47	SLE R8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000		1.0000	
48	SLE R9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000			1.0000
49	SLE R10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000		-1.0000	
50	SLE R11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000			-1.0000
51	SLE R12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	0.6000	
52	SLE R13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	0.7000	0.6000
53	SLE R14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	-0.6000	
54	SLE R15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	0.7000	-0.6000
55	SLE R16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	0.7000	1.0000	
56	SLE R17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	0.7000		1.0000
57	SLE R18	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	0.7000	-1.0000	
58	SLE R19	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	0.7000		-1.0000
59	SLE R20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	1.0000	0.6000	
60	SLE R21	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	1.0000		0.6000
61	SLE R22	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	1.0000	-0.6000	
62	SLE R23	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7000	1.0000		-0.6000
63	SLE F1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.5000			
64	SLE F2	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.5000	0.2000		
65	SLE F3	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.5000		
66	SLE F4	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000		0.2000	
67	SLE F5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			0.2000
68	SLE F6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000		-0.2000	
69	SLE F7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			-0.2000
70	SLE F8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.2000	0.2000	
71	SLE F9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.2000		0.2000
72	SLE F10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.2000	-0.2000	
73	SLE F11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.2000		-0.2000
74	SLE F12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.5000	0.2000	
75	SLE F13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.5000		0.2000
76	SLE F14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.5000	-0.2000	
77	SLE F15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.5000		-0.2000
78	SLE F16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000			
79	SLE Qp	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3000	0.2000		

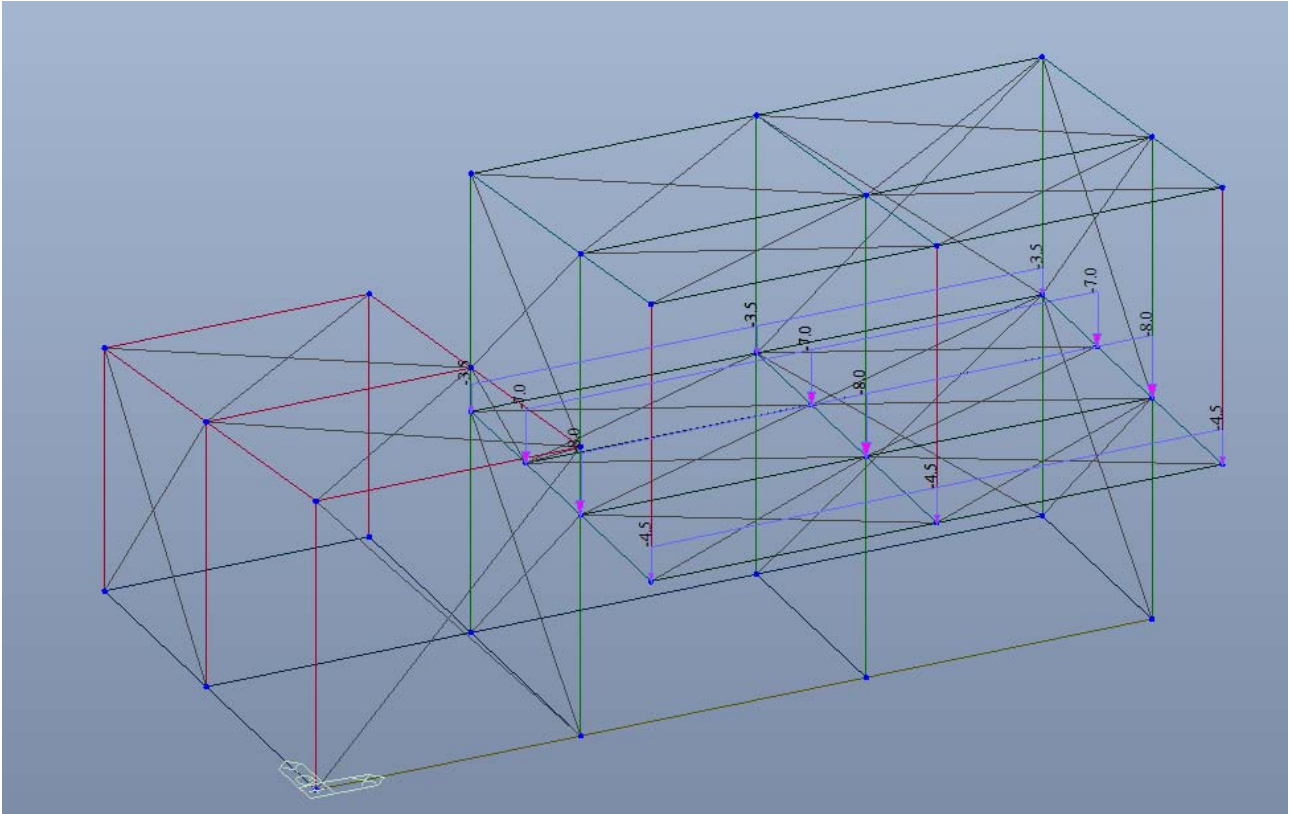
Nelle immagini seguenti si riportano le assegnazioni dei carichi:



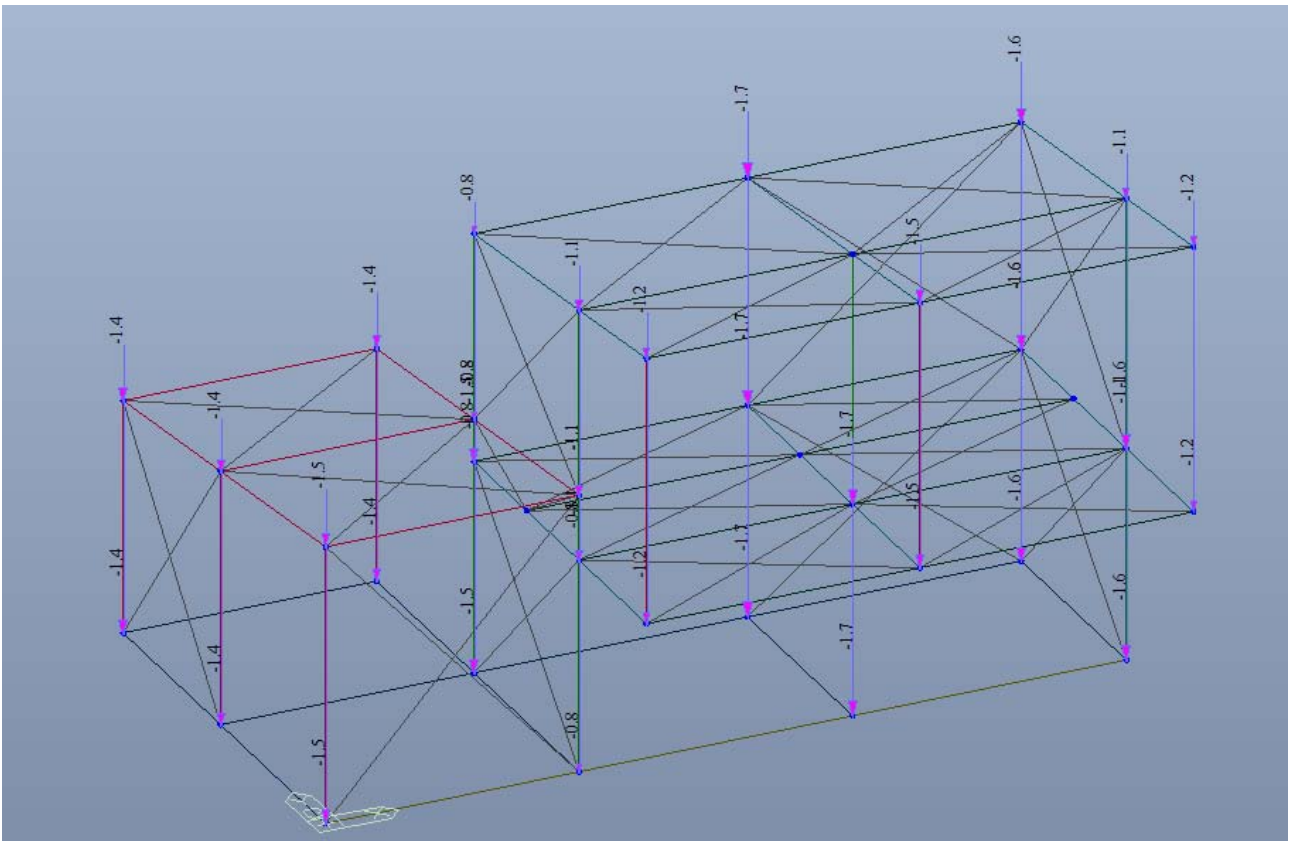
Assegnazione permanente solaio (G2) - [kN/m]



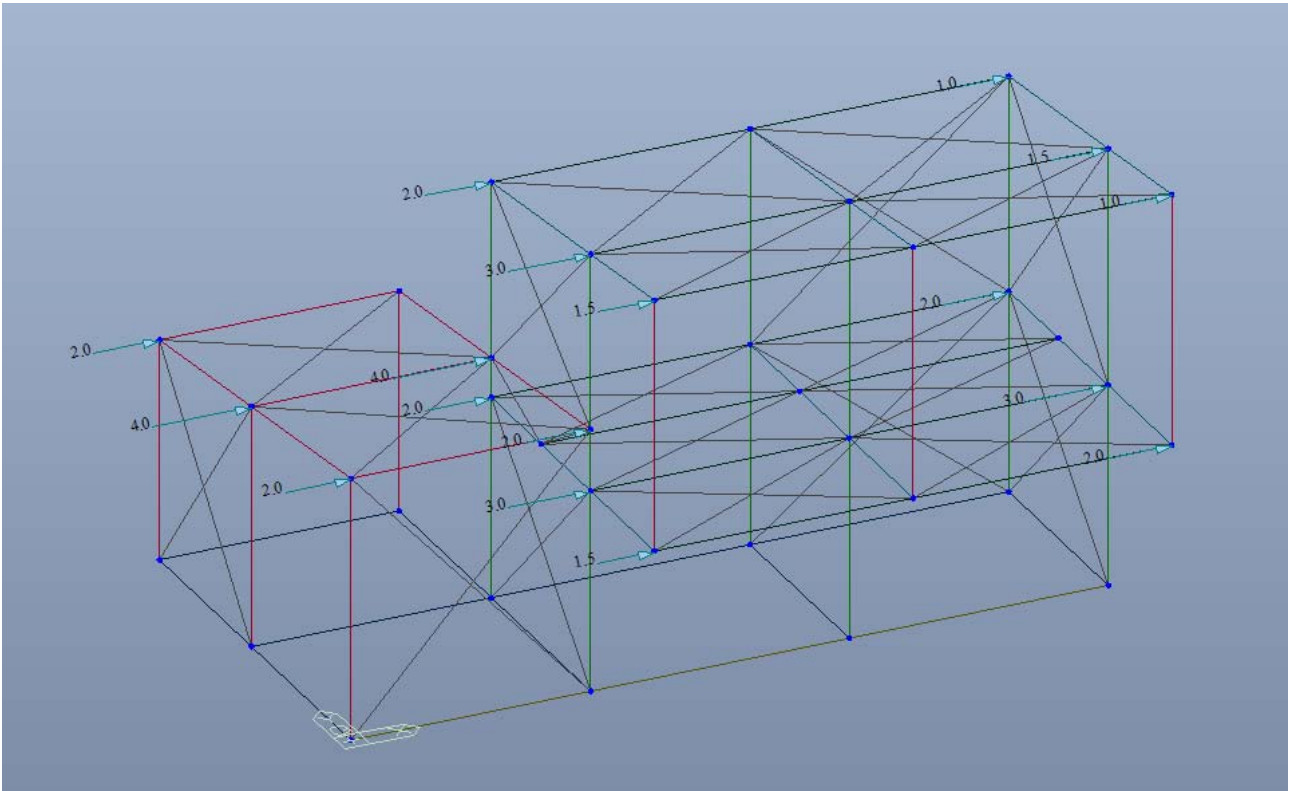
Assegnazione permanente copertura (G3) - [kN/m]



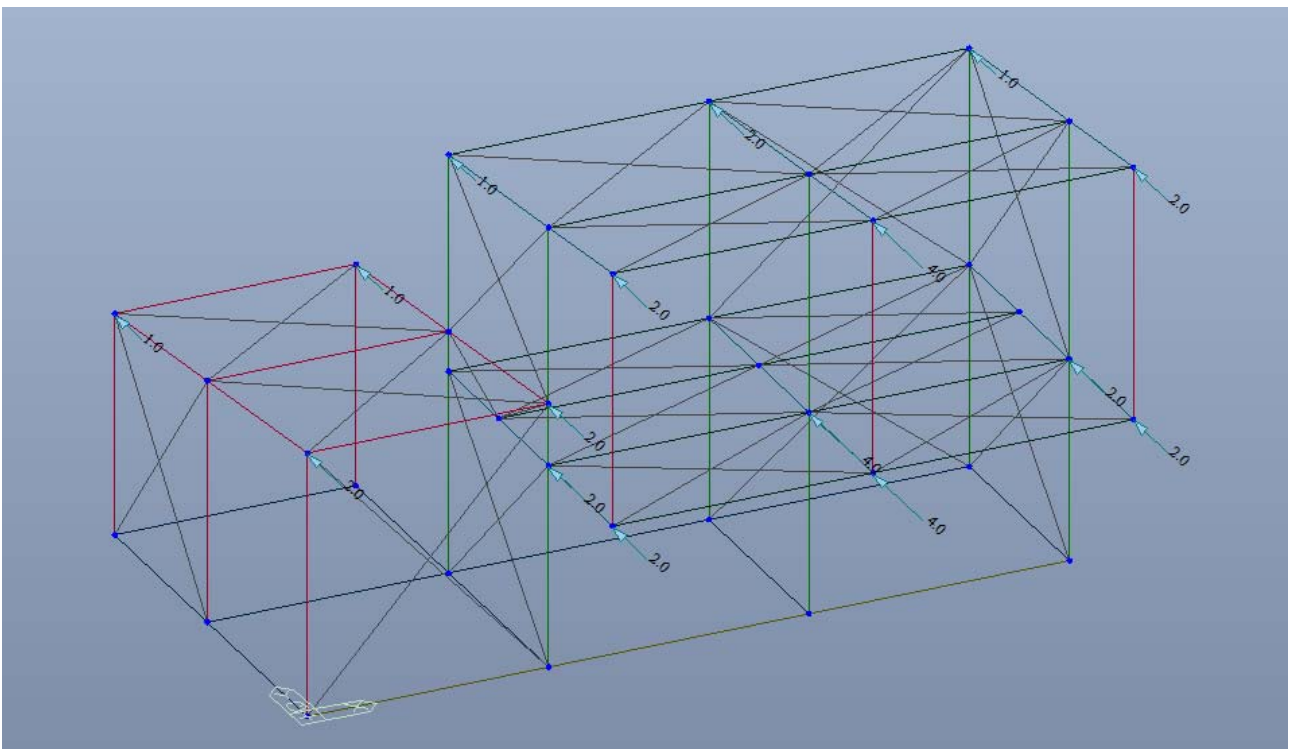
Assegnazione permanente macchine (G4) - [kN/m]



Assegnazione permanente tamponamenti (G5) - [kN/m]



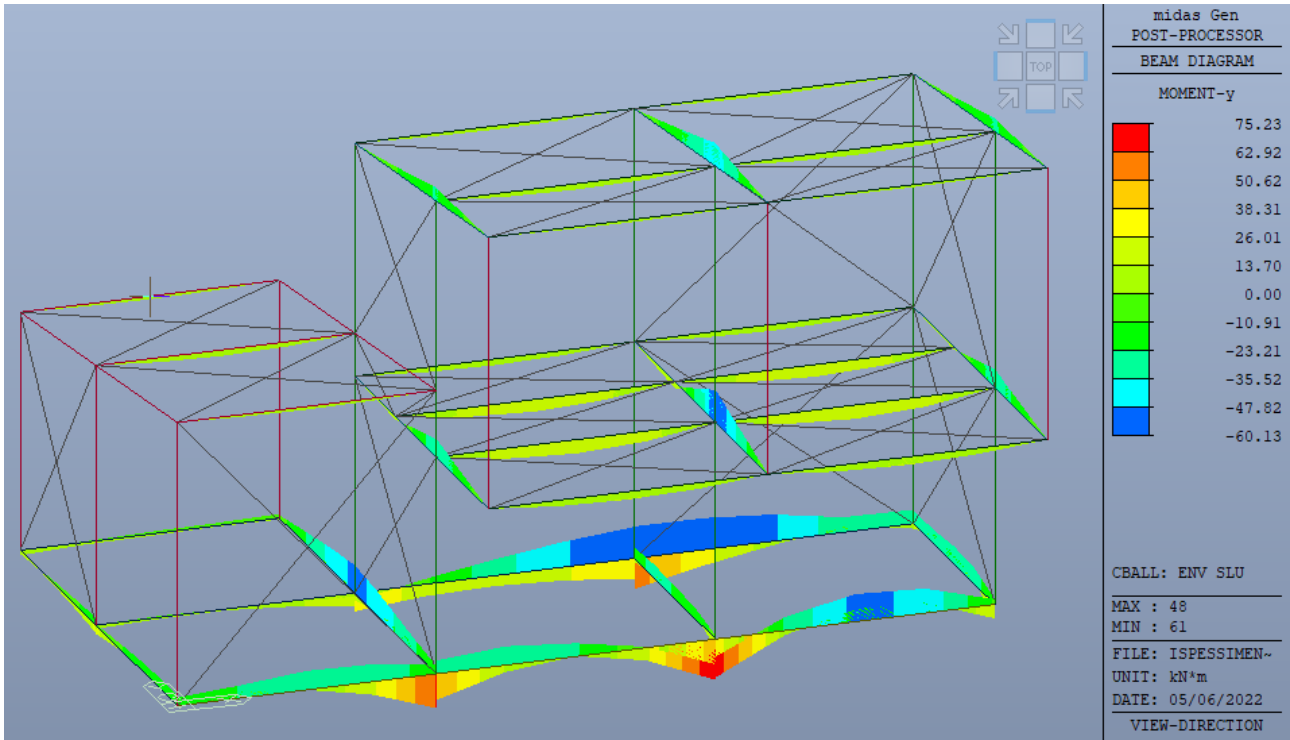
Assegnazione carichi nodali - vento direzione X (WX) - [kN]



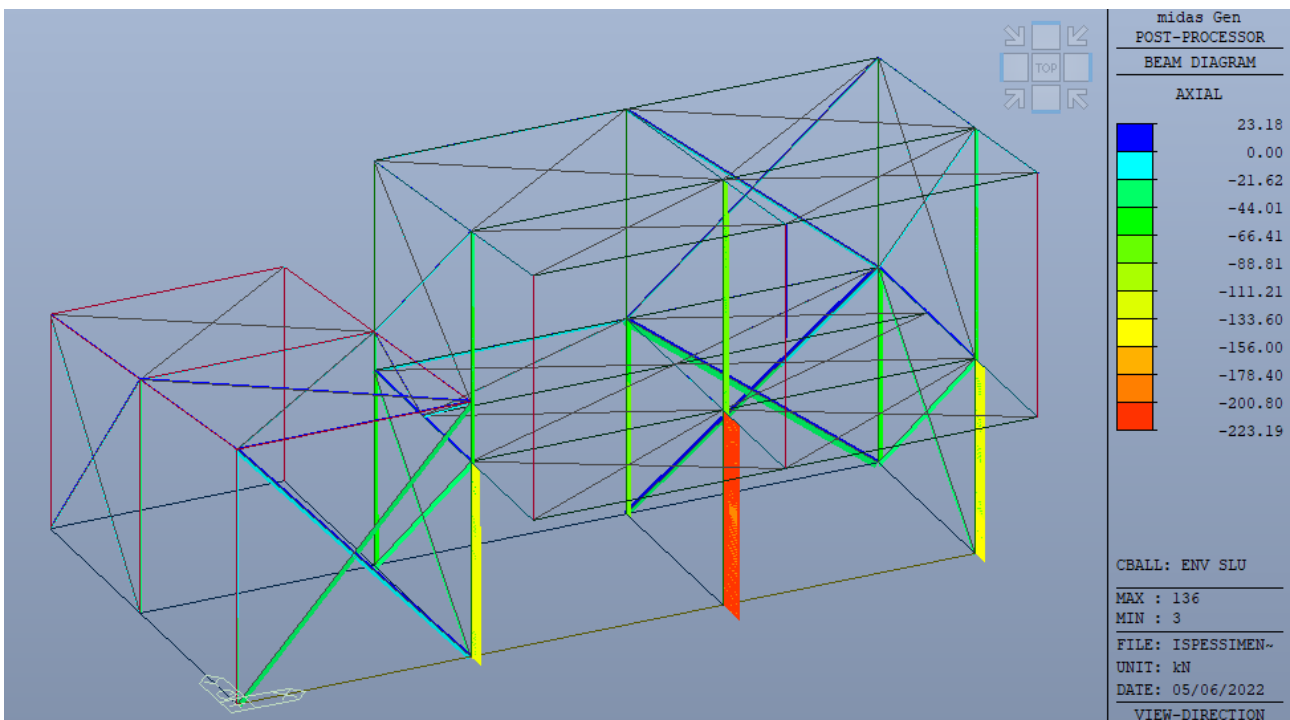
Assegnazione carichi nodali - vento direzione Y (WY) - [kN]

1.3 Sollecitazioni

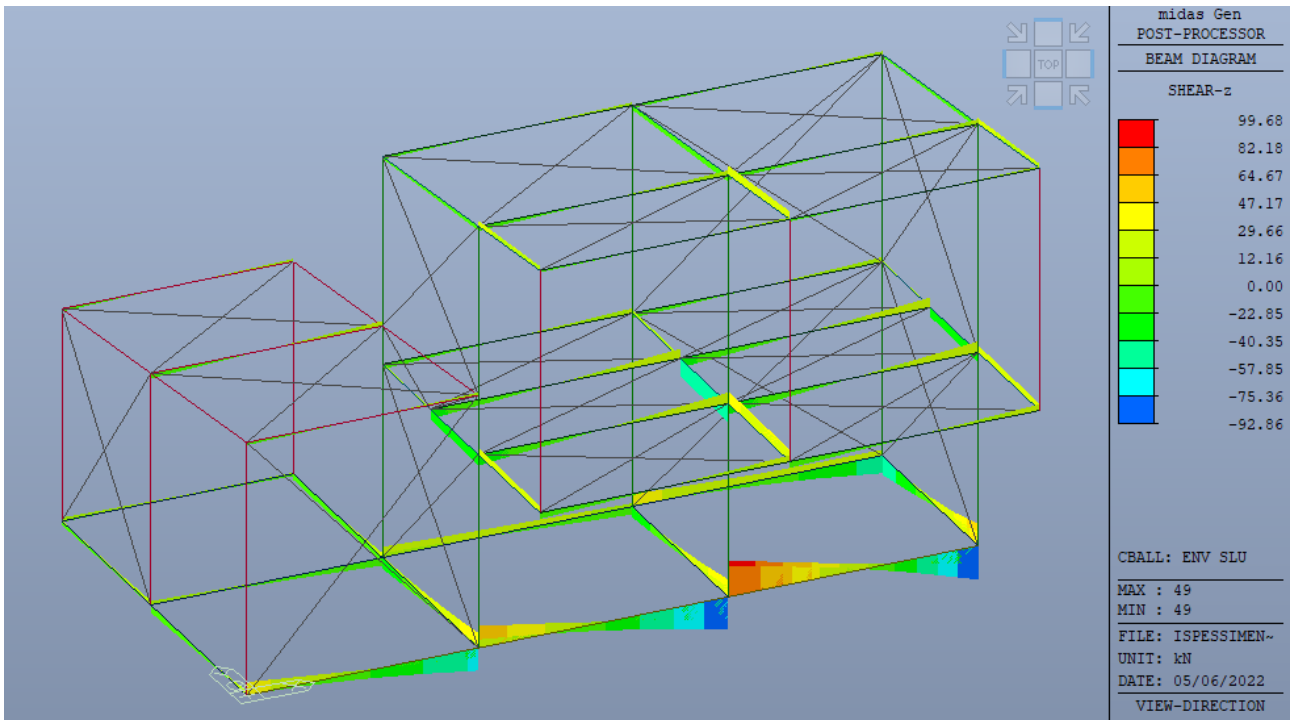
Nel presente paragrafo vengono riportate per via grafica le sollecitazioni sulla struttura indotte dai carichi applicati, per le varie combinazioni di carico statiche e sismiche.



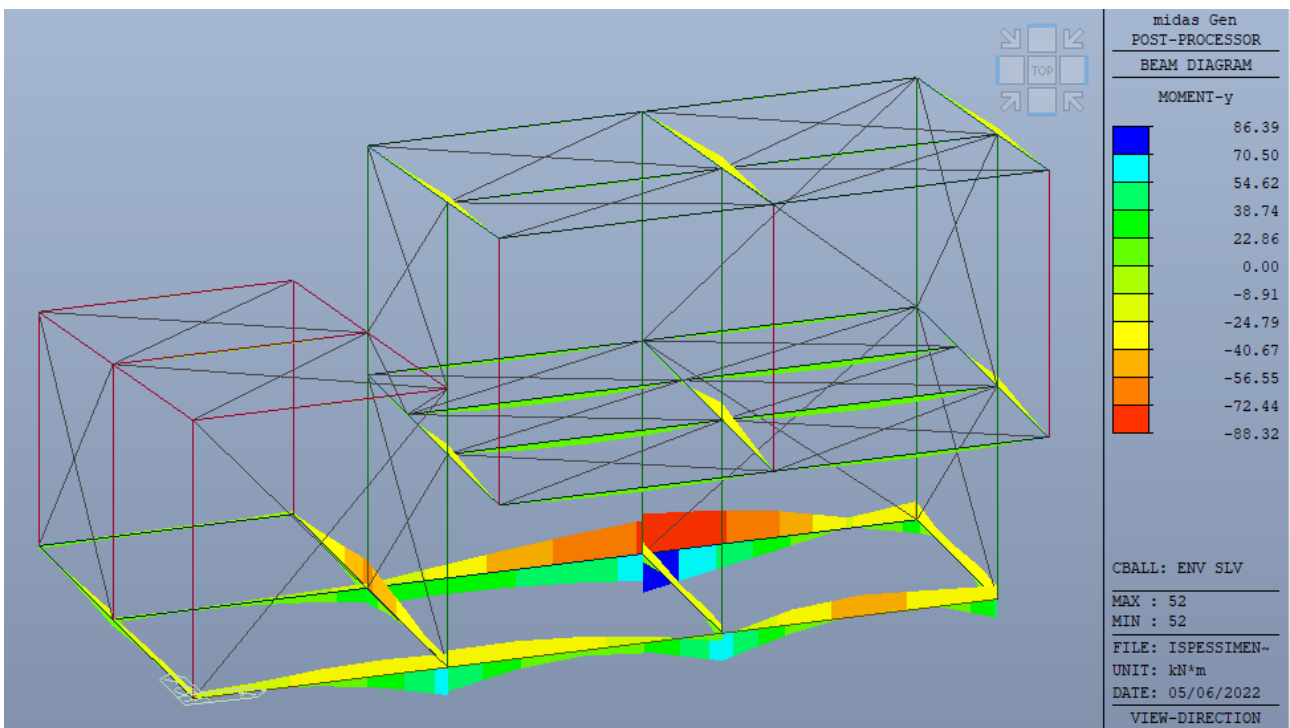
Momento flettente My – involucro SLU [kN*m]



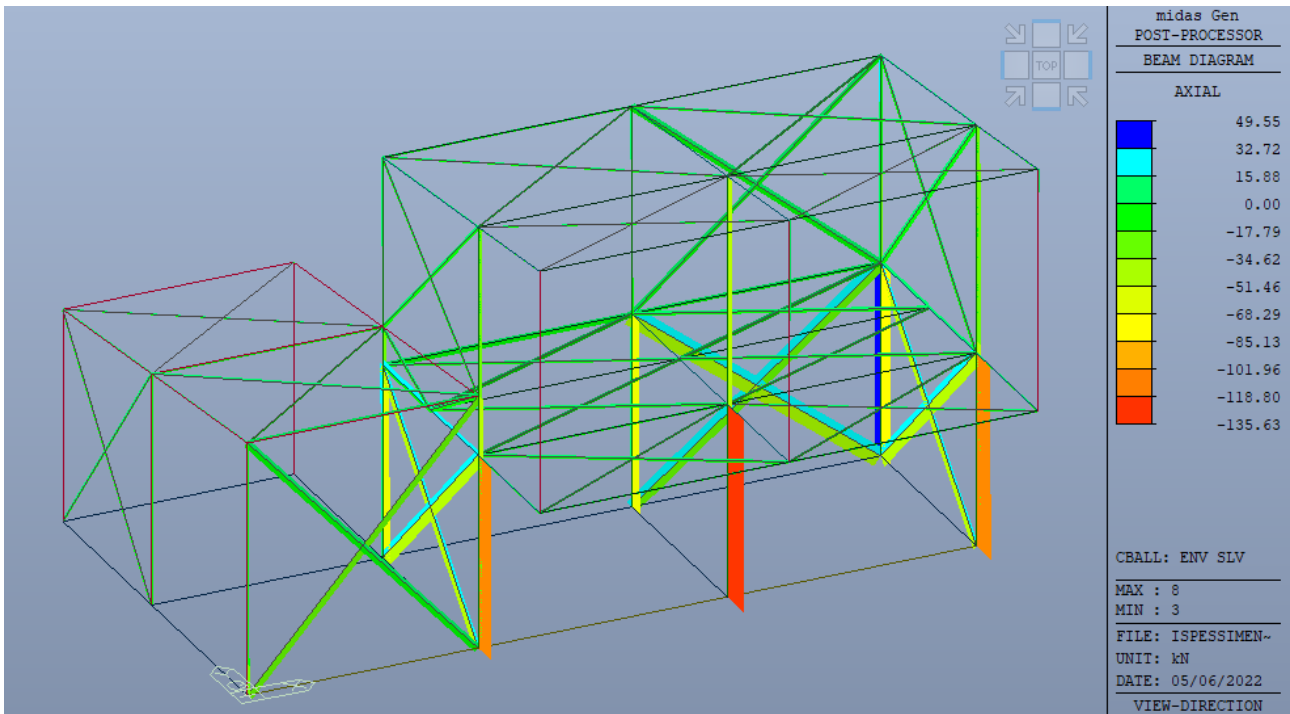
Sforzo Normale Fx – involucro SLU [kN/m]



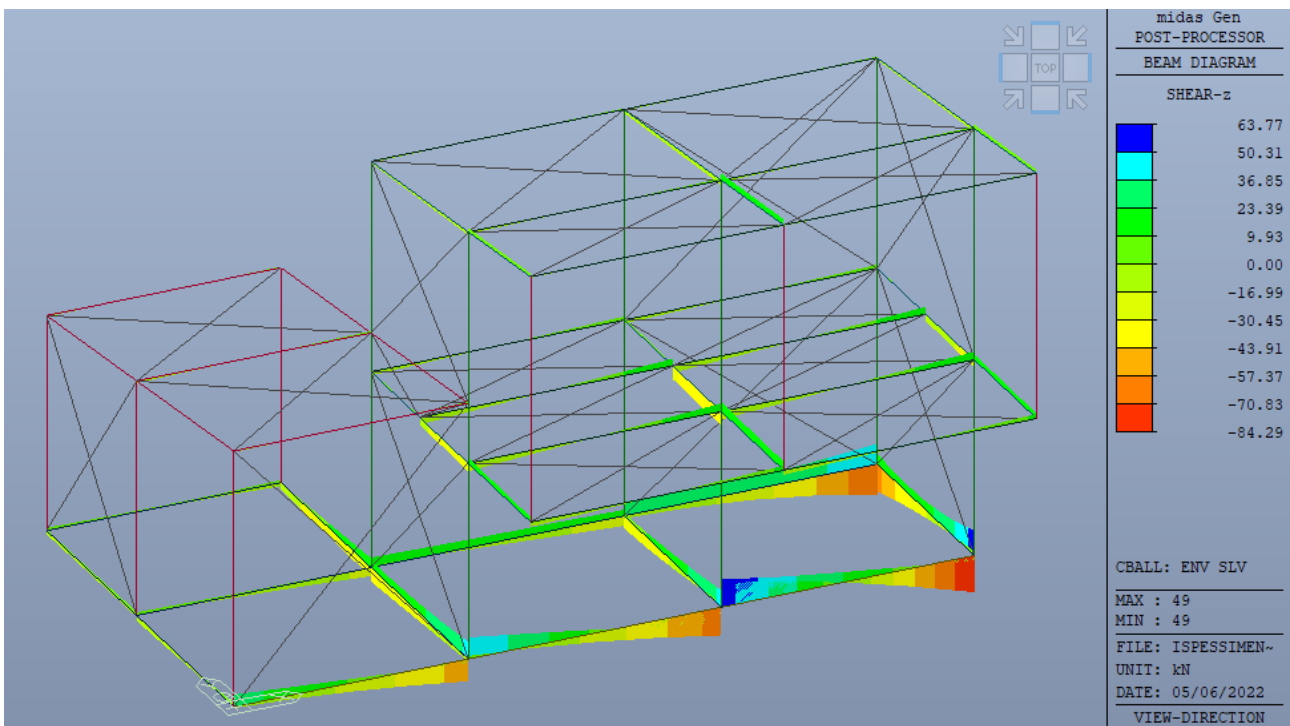
Sforzo tagliante Fz – involucro SLV [kN/m]



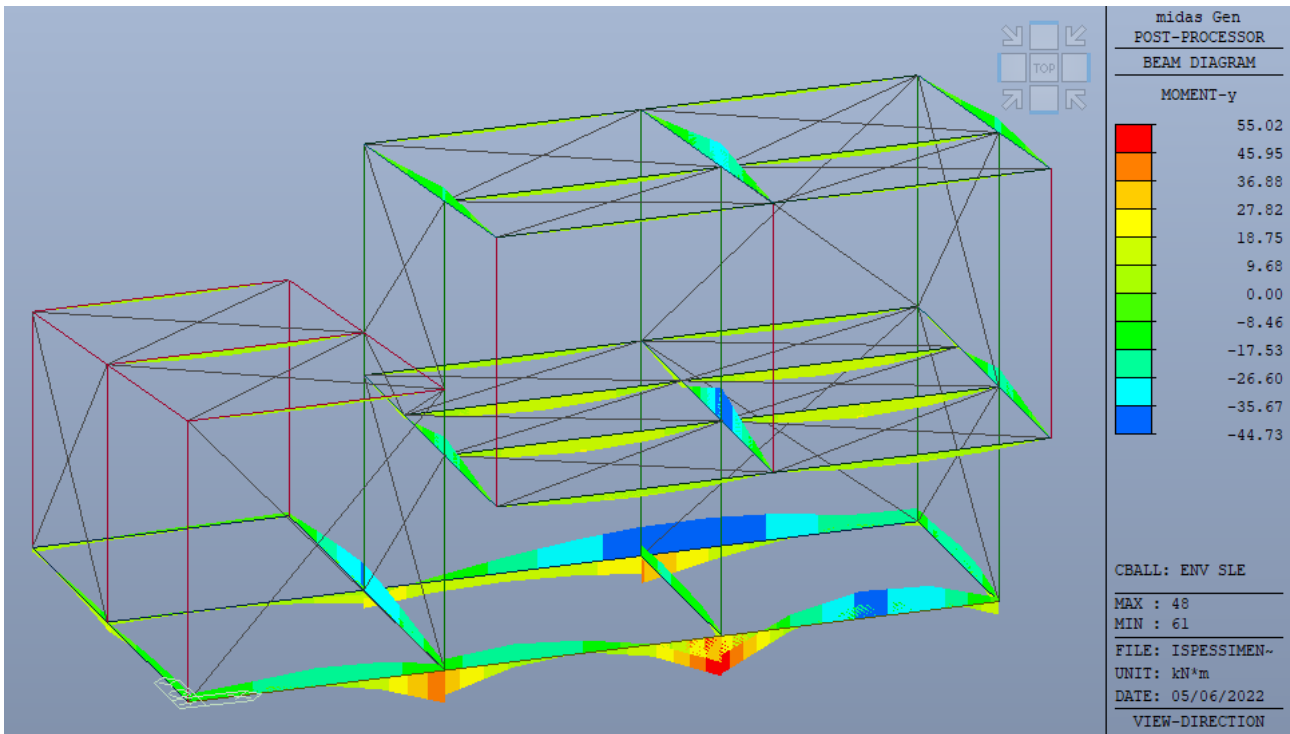
Momento flettente My – involucro SLV [kN*m]



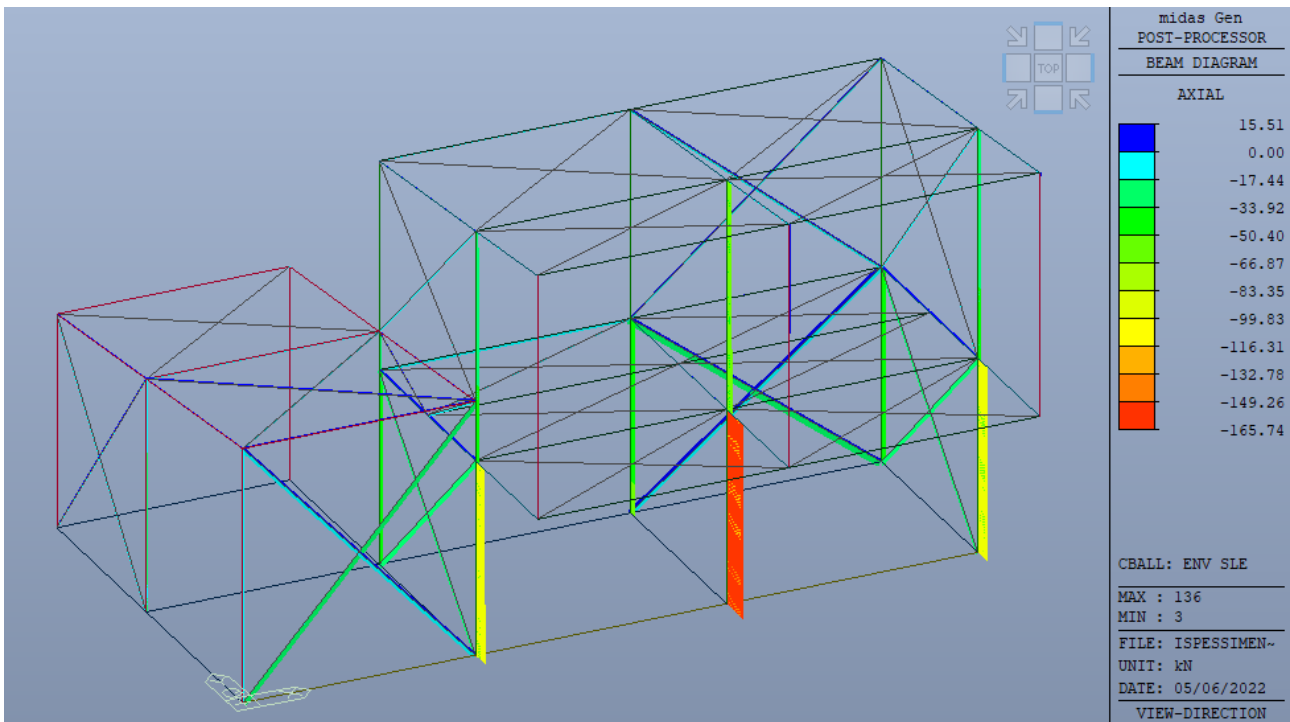
Sforzo Normale Fx – involucro SLV [kN/m]



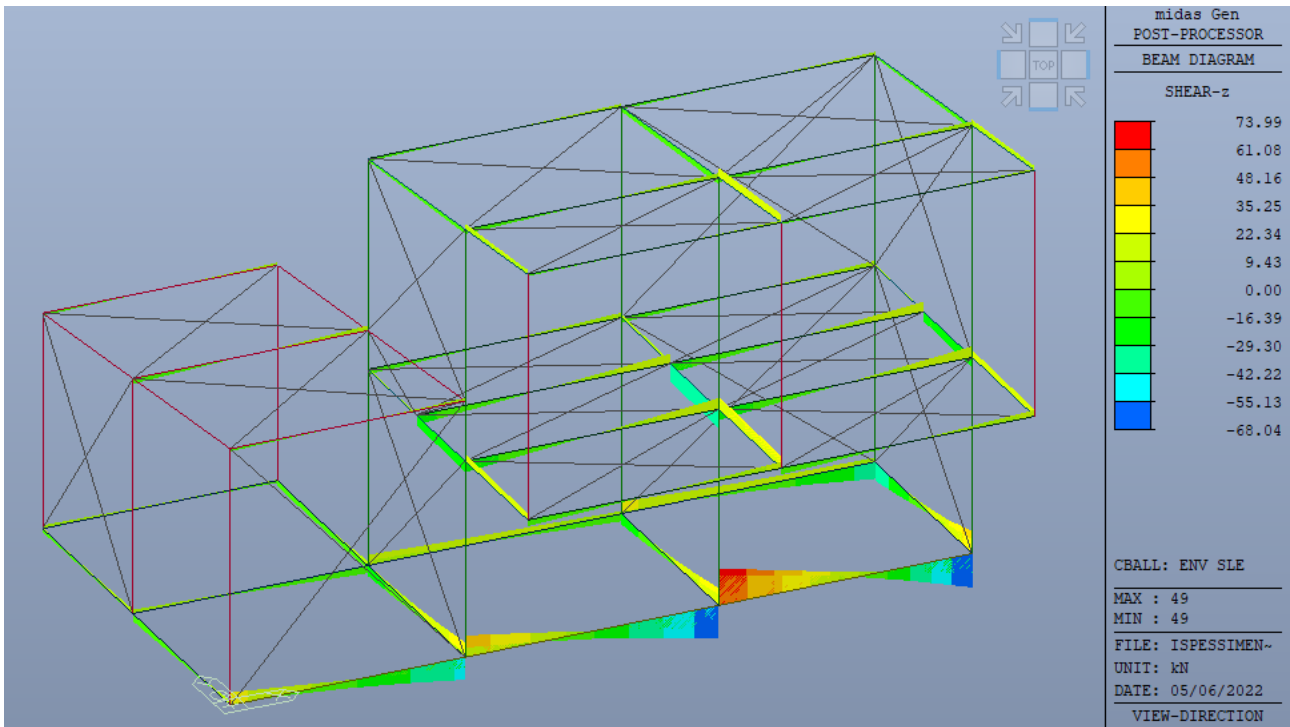
Sforzo tagliante Fz – involucro SLV [kN/m]



Momento flettente My – involucro SLE [kN*m]



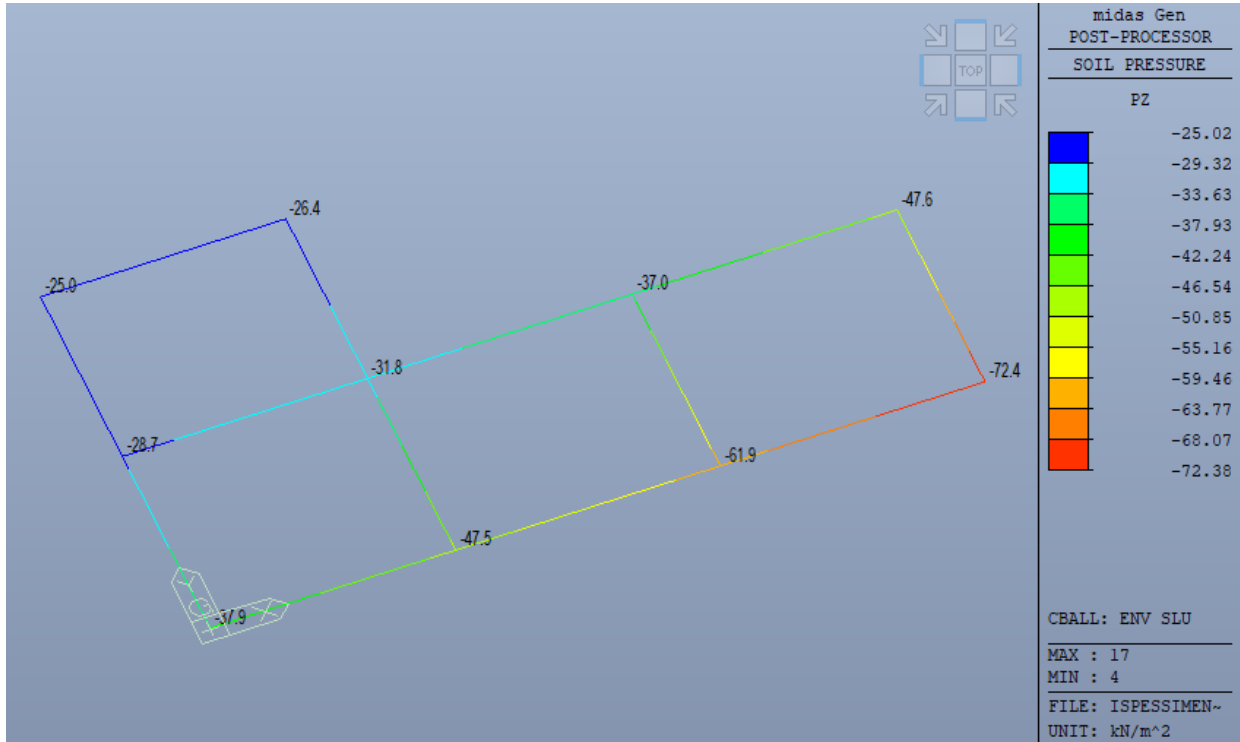
Sforzo Normale Fx – involucro SLE [kN/m]



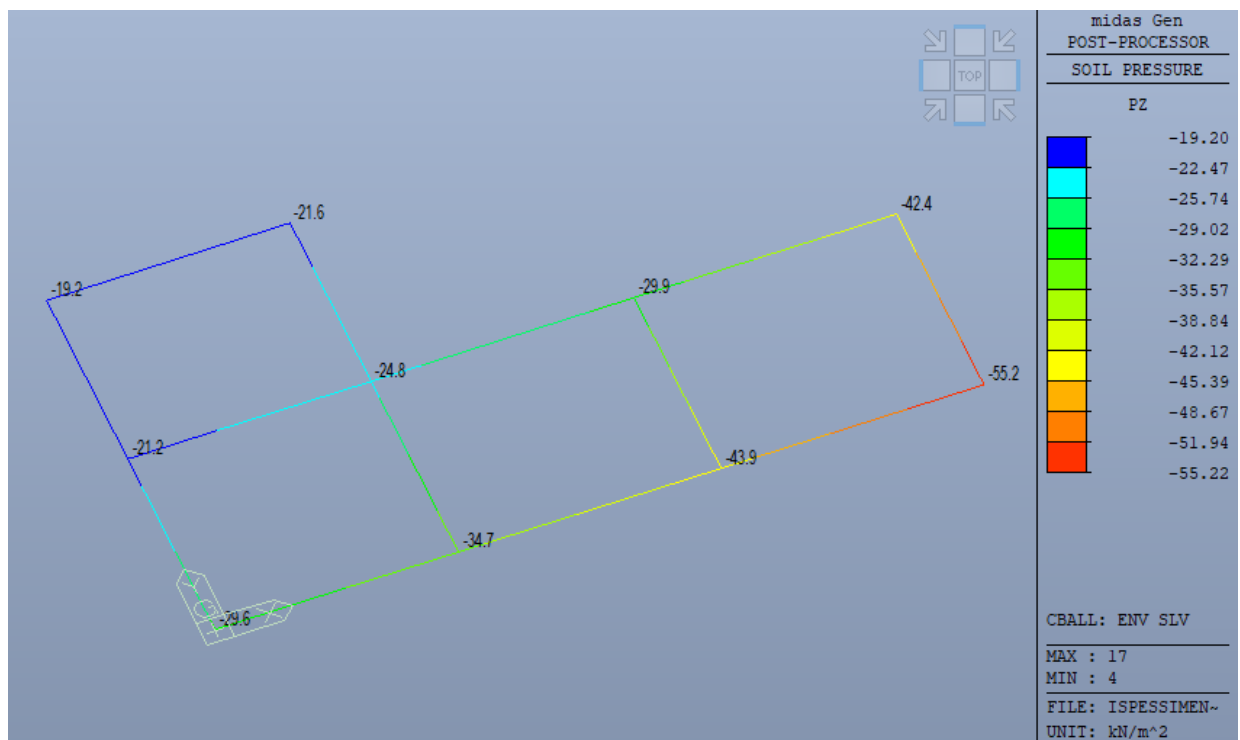
Sforzo tagliante Fz – involucro SLE [kN/m]

1.4 Reazioni vincolari e pressioni sul terreno

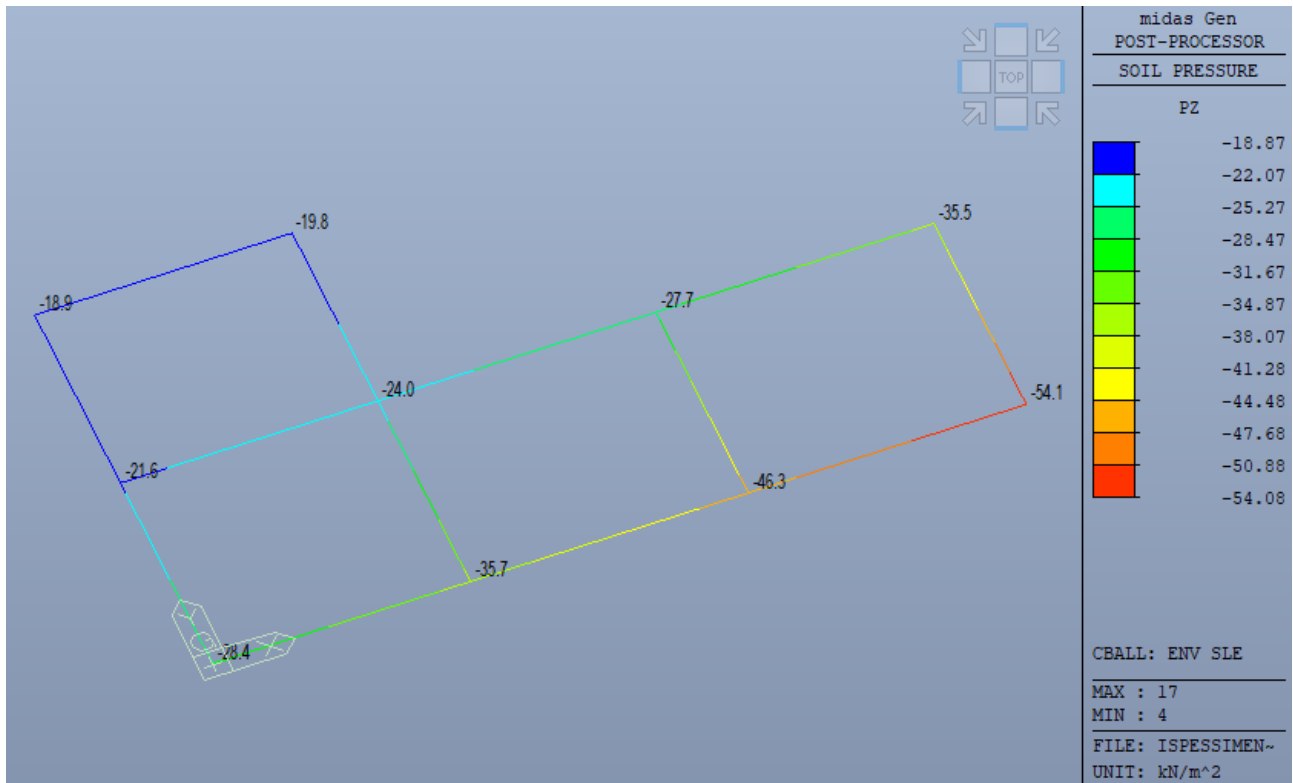
Nel presente paragrafo vengono riportate le reazioni vincolari e le pressioni sul terreno.



Pressioni sul terreno ENV SLU



Pressioni sul terreno ENV SLV



Pressioni sul terreno ENV SLE

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
SLU 1	-0.000000	0.000000	1252.531810	SLV 1	-35.226657	-54.649251	910.069392
SLU 2	-0.000000	0.000000	1328.786104	SLV 2	-58.428678	-22.690819	910.069392
SLU 3	-0.000000	0.000000	1333.314516	SLV 3	24.621735	-64.865063	910.069392
SLU 4	-28.350000	0.000000	1252.531810	SLV 4	52.718335	-41.663042	910.069392
SLU 5	0.000000	-28.800000	1252.531810	SLV 5	35.226657	54.649251	910.069392
SLU 6	-47.250000	0.000000	1224.379810	SLV 6	58.428678	22.690820	910.069392
SLU 7	0.000000	-48.000000	1224.379810	SLV 7	-24.621735	64.865063	910.069392
SLU 8	28.350000	0.000000	1252.531810	SLV 8	-52.718335	41.663042	910.069392
SLU 9	-0.000000	28.800000	1252.531810	SLO 1	-13.416851	-21.336466	910.069392
SLU 10	47.250000	0.000000	1224.379810	SLO 2	-22.420935	-8.677150	910.069392
SLU 11	-0.000000	48.000000	1224.379810	SLO 3	9.631140	-25.600902	910.069392
SLU 12	-28.350000	0.000000	1328.786104	SLO 4	20.382476	-16.596817	910.069392
SLU 13	0.000000	-28.800000	1328.786104	SLO 5	13.416851	21.336466	910.069392
SLU 14	-47.250000	0.000000	1300.634104	SLO 6	22.420935	8.677150	910.069392
SLU 15	0.000000	-48.000000	1300.634104	SLO 7	-9.631140	25.600902	910.069392
SLU 16	28.350000	0.000000	1328.786104	SLO 8	-20.382476	16.596817	910.069392
SLU 17	-0.000000	28.800000	1328.786104	SLE R1	-0.000000	0.000000	953.861392
SLU 18	47.250000	0.000000	1300.634104	SLE R2	-0.000000	0.000000	1004.697588
SLU 19	-0.000000	48.000000	1300.634104	SLE R3	-0.000000	0.000000	1007.716529
SLU 20	-28.350000	0.000000	1333.314516	SLE R4	-18.900000	0.000000	953.861392
SLU 21	0.000000	-28.800000	1333.314516				
SLU 22	28.350000	0.000000	1333.314516				
SLU 23	-0.000000	28.800000	1333.314516				

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
SLE R5	0.000000	-19.200000	953.861392
SLE R6	18.900000	0.000000	953.861392
SLE R7	-0.000000	19.200000	953.861392
SLE R8	-31.500000	0.000000	935.093392
SLE R9	0.000000	-32.000000	935.093392
SLE R10	31.500000	0.000000	935.093392
SLE R11	-0.000000	32.000000	935.093392
SLE R12	-18.900000	0.000000	1004.697588
SLE R13	0.000000	-19.200000	1004.697588
SLE R14	18.900000	0.000000	1004.697588
SLE R15	-0.000000	19.200000	1004.697588
SLE R16	-31.500000	0.000000	985.929588
SLE R17	0.000000	-32.000000	985.929588
SLE R18	31.500000	0.000000	985.929588
SLE R19	-0.000000	32.000000	985.929588
SLE R20	-18.900000	0.000000	1007.716529
SLE R21	0.000000	-19.200000	1007.716529
SLE R22	18.900000	0.000000	1007.716529
SLE R23	-0.000000	19.200000	1007.716529
SLE F1	-0.000000	0.000000	922.581392
SLE F2	-0.000000	0.000000	937.106020
SLE F3	-0.000000	0.000000	946.380961
SLE F4	-6.300000	0.000000	910.069392
SLE F5	-0.000000	-6.400000	910.069392
SLE F6	6.300000	0.000000	910.069392
SLE F7	-0.000000	6.400000	910.069392
SLE F8	-6.300000	0.000000	924.594020
SLE F9	-0.000000	-6.400000	924.594020
SLE F10	6.300000	0.000000	924.594020
SLE F11	-0.000000	6.400000	924.594020
SLE F12	-6.300000	0.000000	946.380961
SLE F13	-0.000000	-6.400000	946.380961
SLE F14	6.300000	0.000000	946.380961
SLE F15	-0.000000	6.400000	946.380961
SLE F16	-0.000000	0.000000	910.069392
SLE Qp	-0.000000	0.000000	924.594020

Reazioni vincolari

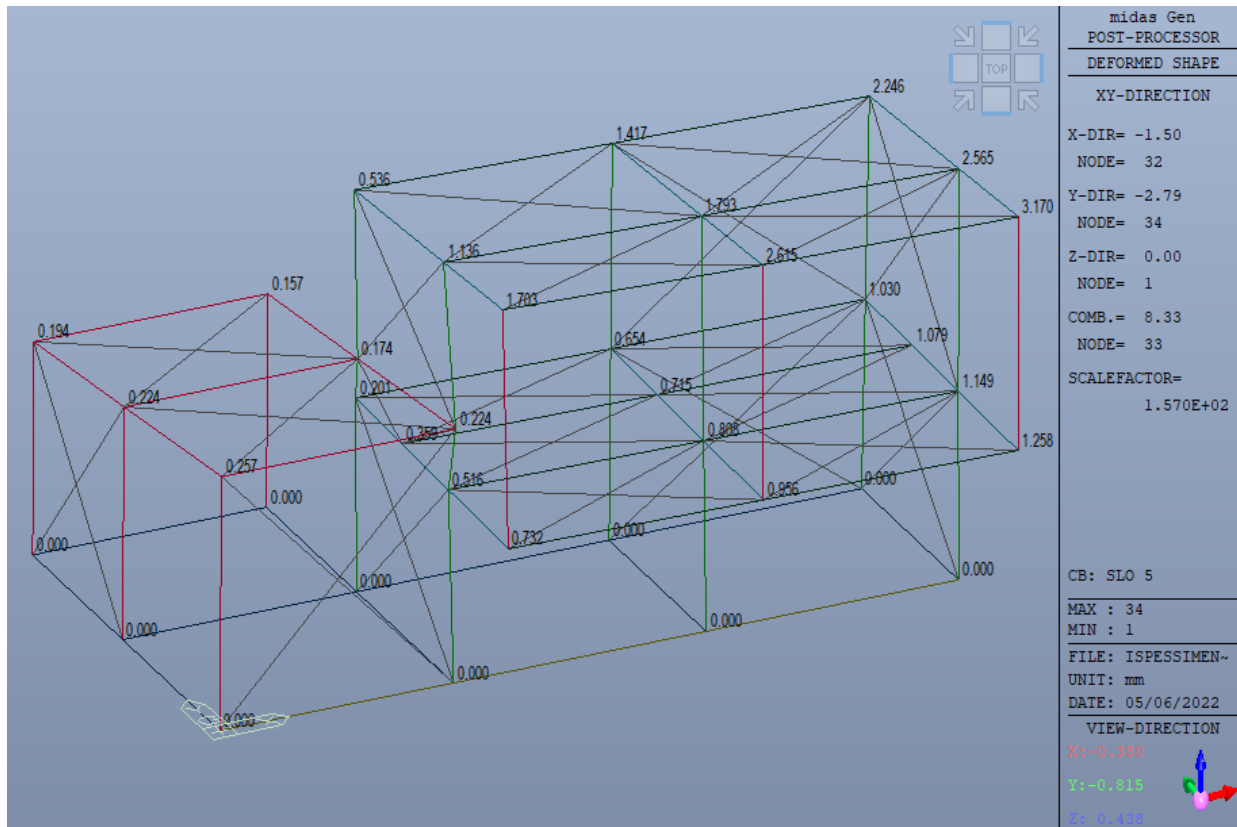
1.5 Deformazioni

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione (rif §7.3.6.1 NTC 2018)

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori ai 2/3 dei seguenti limiti:

- per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa: $dr < 0,005 h$
- per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti di interpiano dr_p , per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura: $dr \leq dr_p \leq 0,01 h$
- per costruzioni con struttura portante in muratura ordinaria: $dr < 0,003 h$
- per costruzioni con struttura portante in muratura armata: $dr < 0,004 h$

Dall'immagine seguente si evince che lo spostamento massimo sotto l'azione sismica a SLO è pari a meno di 3 mm; il differenziale tra piano primo e copertura è di circa 2 mm, che rapportato ad un'altezza di 3300 mm corrisponde ad un dr di 0,0006 h, quindi molto inferiore al più restrittivo dei limiti e testimone dell'elevata rigidezza del manufatto.



Massime deformazioni SLO combinata XY [cm]

1.6 Verifiche di resistenza SLU profilati metallici

Viene riportata di seguito una tabella riassuntiva con i coefficienti emersi dalle verifiche di tutti gli elementi strutturali, mentre ai paragrafi successivi viene riportato il dettaglio della verifica per i profilati più sollecitati.

1.6.1 Tabella di verifica di tutti gli elementi

CH K	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd
OK	1	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		18	3.46500	3.46500	1.000	0.733	-24.404	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	0.028	0.000		S235	235000		3.46500	3.46500	1.000	0.778	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	2	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		14	2.65000	2.65000	1.000	0.799	-130.90	-0.0001	-0.0001	0.00012	0.00003	0.00050
	0.109	0.000		S235	235000		2.65000	2.65000	1.000	0.895	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	3	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		17	2.65000	2.65000	1.000	0.792	-223.19	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0000	0.00102
	0.230	0.000		S235	235000		2.65000	2.65000	1.000	0.619	969.284	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	4	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		19	2.65000	2.65000	1.000	0.802	-135.08	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0000	0.00055
	0.112	0.000		S235	235000		2.65000	2.65000	1.000	0.784	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	5	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		22	3.17500	3.17500	1.000	0.751	-29.056	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0001	-0.0000
	0.033	0.000		S235	235000		3.17500	3.17500	1.000	0.773	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	6	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		14	2.65000	2.65000	1.000	0.869	-16.984	-0.4537	-0.4537	2.53086	-0.9551	0.17116
	0.075	0.002		S235	235000		2.65000	2.65000	1.000	0.789	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	7	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		18	2.65000	2.65000	1.000	0.790	-71.412	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0039	0.11075
	0.059	0.001		S235	235000		2.65000	2.65000	1.000	0.787	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	8	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		24	2.65000	2.65000	1.000	0.790	-82.330	0.00015	0.00015	0.00004	0.02561	0.09075
	0.068	0.000		S235	235000		2.65000	2.65000	1.000	0.787	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	9	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		14	2.91000	2.91000	1.000	0.812	-13.657	0.01065	0.01065	1.02395	0.35187	0.00366
	0.055	0.001		S235	235000		2.91000	2.91000	1.000	0.789	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	10	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		14	2.91000	2.91000	1.000	0.895	-14.703	-0.8569	-0.8569	1.02038	0.35065	-0.2945
	0.072	0.002		S235	235000		2.91000	2.91000	1.000	0.789	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083

CH K	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd
OK	11	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		20	3.15000	3.15000	1.000	1.000	8.04212	5.90124	5.90124	0.00000	-0.0000	7.49441
	0.116	0.044		S235	235000		3.15000	3.15000	1.000	0.994	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	12	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		17	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-1.4632	25.6214	25.6214	0.00000	0.00000	-30.147
	0.355	0.161		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	0.999	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622
OK	13	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		16	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-1.3087	25.6214	25.6214	0.00000	0.00000	-30.147
	0.355	0.161		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	0.999	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622
OK	14	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		20	3.15000	3.15000	1.000	1.000	-5.7558	11.3205	11.3205	0.00000	-0.0000	14.3773
	0.213	0.084		S235	235000		3.15000	3.15000	1.000	0.996	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	15	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		12	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-11.774	11.5780	11.5780	-0.0000	-0.0000	13.6229
	0.172	0.073		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	0.993	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	467.505	187.622
OK	16	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		13	3.40000	3.40000	1.000	1.000	3.01188	11.5778	11.5778	0.00000	0.00000	13.6227
	0.163	0.073		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	0.998	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622
OK	17	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		20	3.15000	3.15000	1.000	1.000	-0.4546	5.90115	5.90115	0.00000	0.00000	7.49449
	0.108	0.044		S235	235000		3.15000	3.15000	1.000	1.000	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	0.00000	171.083
OK	18	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		23	2.81498	2.81498	1.000	1.000	4.83893	1.26915	1.26915	0.00000	-0.0000	-1.8036
	0.029	0.011		S235	235000		2.81498	2.81498	1.000	0.997	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	19	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		22	2.61347	2.61347	1.000	1.000	7.75791	1.09426	1.09426	0.00000	-0.0000	-1.6749
	0.029	0.010		S235	235000		2.61347	2.61347	1.000	0.996	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	20	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		16	2.80000	1.40000	1.000	0.961	16.5196	-33.307	-33.307	0.02644	0.03230	-28.440
	0.242	0.089		S235	235000		1.40000	1.40000	1.000	0.640	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103



CH K	MEMB COM	SECT SHR	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed
				Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd
OK	21	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		21	2.61347	2.61347	1.000	1.000	0.90235	1.09424	1.09424	-0.0000	-0.0000	-1.6749
	0.021	0.010		S235	235000		2.61347	2.61347	1.000	1.000	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	22	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		17	2.80000	2.80000	1.000	1.000	3.07953	-60.115	-60.115	0.00175	0.02428	-50.663
	0.420	0.158		S235	235000		1.40000	1.40000	1.000	1.000	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	23	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		17	2.80000	2.80000	1.000	1.000	15.1578	-33.710	-33.710	-0.0061	-0.0295	-27.547
	0.243	0.086		S235	235000		1.40000	1.40000	1.000	0.754	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	25	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		29	0.81500	0.81500	1.000	0.788	0.55445	-0.2615	-0.2615	-8.3749	10.2800	0.32325
	0.189	0.019		S235	235000		0.81500	0.81500	1.000	0.790	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	26	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		23	3.13000	3.13000	1.000	0.632	-73.427	0.00239	0.00239	-0.0000	-0.0000	0.00176
	0.061	0.000		S235	235000		3.13000	3.13000	1.000	0.642	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	27	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		23	3.13000	3.13000	1.000	0.627	-48.234	0.00138	0.00138	-0.0000	-0.0000	0.00099
	0.040	0.000		S235	235000		3.13000	3.13000	1.000	0.736	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	29	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		14	0.52500	0.52500	1.000	0.721	-15.219	0.08751	0.08751	-3.6414	11.7854	-0.6766
	0.094	0.021		S235	235000		0.52500	0.52500	1.000	0.643	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	30	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		18	2.85000	2.85000	1.000	0.859	-17.011	-0.2936	-0.2936	0.00985	0.00344	-0.1030
	0.017	0.001		S235	235000		2.85000	2.85000	1.000	0.790	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	31	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		24	2.85000	2.85000	1.000	0.850	-20.252	-0.2405	-0.2405	-0.0660	-0.0232	-0.0844
	0.021	0.000		S235	235000		2.85000	2.85000	1.000	0.789	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	35	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		20	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-0.8951	11.0432	11.0432	0.00000	0.00000	-12.994
	0.153	0.069		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	0.999	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622

CH K	MEMB COM	SECT SHR	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed
				Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd
OK	36	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		22	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-0.4187	11.0432	11.0432	0.00000	0.00000	12.9937
	0.153	0.069		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	1.000	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622
OK	38	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		20	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-4.2161	6.96880	6.96880	-0.0000	-0.0000	8.19967
	0.100	0.044		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	0.997	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	467.505	187.622
OK	39	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		20	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-1.4647	6.96880	6.96880	-0.0000	0.00000	8.19967
	0.098	0.044		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	0.999	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622
OK	43	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		17	2.81397	2.81397	1.000	0.978	4.48087	-24.379	-24.379	-0.0021	-0.0009	-11.368
	0.172	0.037		S235	235000		2.81397	2.81397	1.000	0.757	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	45	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		17	2.81397	2.81397	1.000	0.989	1.79087	-42.350	-42.350	0.00074	0.00069	-17.755
	0.296	0.056		S235	235000		2.81397	2.81397	1.000	1.000	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	46	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		23	2.81397	2.81397	1.000	0.977	5.00472	-25.018	-25.018	0.00156	0.00054	-11.973
	0.177	0.037		S235	235000		2.81397	2.81397	1.000	0.999	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	60	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		17	1.80000	1.80000	1.000	0.986	2.40540	-34.202	-34.202	0.06507	-0.0361	20.1684
	0.240	0.063		S235	235000		1.80000	1.80000	1.000	0.790	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	61	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		17	1.80000	1.80000	1.000	0.990	2.15626	-60.130	-60.130	0.00176	-0.0001	34.5920
	0.420	0.108		S235	235000		1.80000	1.80000	1.000	1.000	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	62	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		17	1.80000	1.80000	1.000	0.986	2.30815	-33.708	-33.708	-0.0061	0.00350	19.8949
	0.236	0.062		S235	235000		1.80000	1.80000	1.000	0.782	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	63	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		16	1.81000	1.81000	1.000	0.985	-2.0630	-24.275	-24.275	-0.0066	0.00342	15.1458
	0.170	0.048		S235	235000		1.81000	1.81000	1.000	0.803	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103



CH K	MEMB COM	SECT SHR	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed
				Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd
OK	64	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		17	1.81000	1.81000	1.000	0.999	-0.0127	-42.365	-42.365	0.00086	-0.0014	25.1578
	0.295	0.079		S235	235000		1.81000	1.81000	1.000	1.000	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	65	2	<input type="checkbox"/>	HEB200		20	1.81000	1.81000	1.000	0.985	-1.9548	-24.908	-24.908	0.02047	-0.0112	15.7391
	0.175	0.049		S235	235000		1.81000	1.81000	1.000	0.791	1747.95	0.00000	143.686	67.9133	811.480	321.103
OK	66	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		13	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-1.1807	14.6986	14.6986	0.00000	0.00000	-17.295
	0.204	0.092		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	0.999	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622
OK	67	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		13	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-1.2918	14.6987	14.6987	0.00000	0.00000	17.2951
	0.204	0.092		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	0.999	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622
OK	68	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		23	3.40000	3.40000	1.000	1.000	0.72212	4.72934	4.72934	0.00000	-0.0000	-5.5652
	0.066	0.030		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	1.000	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	467.505	187.622
OK	69	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		21	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-0.7088	4.72937	4.72937	0.00000	0.00001	5.56514
	0.066	0.030		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	1.000	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	467.505	187.622
OK	122	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		10	4.10373	4.10373	1.000	0.994	8.46978	0.32456	0.32456	-0.0000	0.00000	0.31639
	0.047	0.002		S235	235000		4.10373	4.10373	1.000	0.980	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	123	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		18	3.90232	3.90232	1.000	0.990	-15.014	0.30864	0.30864	-0.0000	0.00002	0.31639
	0.137	0.002		S235	235000		3.90232	3.90232	1.000	0.967	141.978	0.00000	10.4220	15.2119	165.397	165.397
OK	124	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		10	4.09301	4.09301	1.000	1.000	-0.7699	0.50854	0.50854	0.00000	0.00000	0.49704
	0.051	0.003		S235	235000		4.09301	4.09301	1.000	0.998	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	125	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		6	4.09301	4.09301	1.000	1.000	-2.5378	0.50852	0.50852	0.00001	-0.0000	0.49704
	0.055	0.003		S235	235000		4.09301	4.09301	1.000	0.994	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	165.397	165.397

CH K	MEMB COM	SECT SHR	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed
				Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd
OK	126	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		14	4.41343	4.41343	1.000	1.000	-3.8511	0.59129	0.59129	-0.0000	0.00000	0.53598
	0.066	0.003		S235	235000		4.41343	4.41343	1.000	0.989	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	127	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		19	4.41343	4.41343	1.000	1.000	2.47995	0.59128	0.59128	0.00001	0.00000	-0.5360
	0.061	0.003		S235	235000		4.41343	4.41343	1.000	0.993	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	128	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		6	4.41343	4.41343	1.000	1.000	-3.3366	0.59128	0.59128	-0.0000	0.00000	-0.5360
	0.065	0.003		S235	235000		4.41343	4.41343	1.000	0.991	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	129	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		10	4.41343	4.41343	1.000	1.000	-2.5129	0.59129	0.59129	0.00000	0.00000	0.53598
	0.063	0.003		S235	235000		4.41343	4.41343	1.000	0.993	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	134	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		18	4.68281	4.68281	1.000	0.966	-32.569	0.44869	0.44869	0.00000	0.00000	0.38332
	0.361	0.002		S235	235000		4.68281	4.68281	1.000	0.898	104.524	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	135	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		14	4.68281	4.68281	1.000	0.982	-19.668	0.44871	0.44871	0.00000	0.00000	0.38332
	0.235	0.002		S235	235000		4.68281	4.68281	1.000	0.938	104.524	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	136	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		29	4.31074	4.31074	1.000	0.983	-29.543	0.34295	0.34295	-0.0000	0.00000	0.31827
	0.283	0.003		S235	235000		4.31074	4.31074	1.000	0.921	120.372	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	137	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		25	4.31074	4.31074	1.000	0.974	-41.447	0.34295	0.34295	0.00001	0.00000	0.31827
	0.383	0.003		S235	235000		4.31074	4.31074	1.000	0.890	120.372	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	138	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		29	4.43650	4.43650	1.000	0.995	-10.724	0.35295	0.35295	-0.0000	0.00000	0.31827
	0.129	0.003		S235	235000		4.43650	4.43650	1.000	0.970	114.654	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	139	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		25	4.43650	4.43650	1.000	0.992	-14.559	0.35295	0.35295	0.00001	0.00000	0.31827
	0.163	0.003		S235	235000		4.43650	4.43650	1.000	0.959	114.654	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397

CH K	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd
OK	140	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		24	3.85519	3.85519	1.000	0.971	-41.061	0.25257	0.25257	0.00001	0.00000	0.26211
	0.311	0.002		S235	235000		3.85519	3.85519	1.000	0.913	144.810	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	141	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		28	3.85519	3.85519	1.000	0.976	-35.544	0.25258	0.25258	0.00001	0.00000	0.26210
	0.272	0.002		S235	235000		3.85519	3.85519	1.000	0.924	144.810	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	142	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		24	4.19963	4.19963	1.000	0.987	-16.033	0.27513	0.27513	0.00001	0.00000	0.26211
	0.155	0.002		S235	235000		4.19963	4.19963	1.000	0.960	125.766	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	143	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		28	3.99531	3.99531	1.000	0.990	-14.741	0.26174	0.26174	0.00000	0.00000	0.26209
	0.134	0.002		S235	235000		3.99531	3.99531	1.000	0.966	136.610	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	146	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		27	3.85519	3.85519	1.000	0.913	-40.121	-0.4603	-0.4603	0.00377	-0.0434	0.37990
	0.323	0.003		S235	235000		3.85519	3.85519	1.000	0.915	144.810	0.00000	10.4220	15.2119	165.397	165.397
OK	147	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		31	3.85519	3.85519	1.000	0.926	-35.582	-0.1671	-0.1671	-0.0811	-0.0202	-0.2678
	0.265	0.002		S235	235000		3.85519	3.85519	1.000	0.924	144.810	0.00000	10.4220	15.2119	165.397	165.397
OK	148	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		18	4.22452	4.22452	1.000	1.001	10.6780	0.54159	0.54159	0.00001	0.00000	0.51287
	0.072	0.003		S235	235000		4.22452	4.22452	1.000	0.973	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	149	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		10	4.22452	4.22452	1.000	1.000	-8.2102	0.54159	0.54159	-0.0000	0.00001	0.51287
	0.120	0.003		S235	235000		4.22452	4.22452	1.000	0.979	124.529	0.00000	10.4220	15.2119	165.397	165.397
OK	150	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		11	3.85177	3.85177	1.000	1.000	-1.3294	0.45074	0.45074	0.00000	0.00000	0.46815
	0.046	0.003		S235	235000		3.85177	3.85177	1.000	0.997	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	151	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		15	3.85177	3.85177	1.000	1.000	-2.5253	0.45071	0.45071	0.00000	0.00000	0.46816
	0.049	0.003		S235	235000		3.85177	3.85177	1.000	0.995	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397

CH K	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd
OK	152	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		15	3.85177	3.85177	1.000	1.000	-2.5406	0.45071	0.45071	0.00000	0.00000	0.46816
	0.049	0.003		S235	235000		3.85177	3.85177	1.000	0.995	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	153	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		6	3.85177	3.85177	1.000	1.000	-1.7444	0.45074	0.45074	0.00000	0.00000	0.46815
	0.047	0.003		S235	235000		3.85177	3.85177	1.000	0.996	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	154	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		11	3.84708	3.84708	1.000	1.000	-1.9828	0.45019	0.45019	0.00000	0.00000	0.46815
	0.047	0.003		S235	235000		3.84708	3.84708	1.000	1.001	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	155	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		15	3.84708	3.84708	1.000	1.000	-3.5010	0.45016	0.45016	0.00000	0.00000	0.46816
	0.051	0.003		S235	235000		3.84708	3.84708	1.000	1.002	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	156	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		15	3.84708	3.84708	1.000	1.000	-3.6059	0.45015	0.45015	0.00000	0.00000	0.46816
	0.051	0.003		S235	235000		3.84708	3.84708	1.000	1.002	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	157	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		11	3.84708	3.84708	1.000	1.000	-2.1799	0.45019	0.45019	0.00000	0.00000	0.46815
	0.048	0.003		S235	235000		3.84708	3.84708	1.000	1.001	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	158	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		5	3.32000	3.32000	1.000	0.988	7.97432	-0.0001	-0.0001	0.00049	-0.0003	0.00000
	0.009	0.000		S235	235000		3.32000	3.32000	1.000	0.592	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	0.00000
OK	159	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		5	3.32000	3.32000	1.000	0.633	13.6083	0.00002	0.00002	0.00087	-0.0005	-0.0000
	0.016	0.000		S235	235000		3.32000	3.32000	1.000	0.591	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	160	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		5	3.32000	3.32000	1.000	0.878	8.08406	0.00012	0.00012	0.00049	-0.0003	-0.0000
	0.009	0.000		S235	235000		3.32000	3.32000	1.000	0.592	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	164	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		12	3.40000	3.40000	1.000	1.000	0.87616	22.5035	22.5035	0.00000	0.00000	26.4747
	0.311	0.141		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	1.000	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622

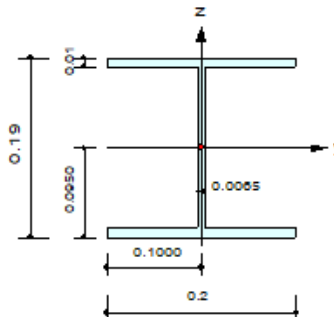


CH K	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd
OK	165	5	<input type="checkbox"/>	HEA180		12	3.40000	3.40000	1.000	1.000	-0.9860	22.5035	22.5035	0.00000	0.00000	26.4747
	0.311	0.141		S235	235000		3.40000	3.40000	1.000	1.000	1013.86	0.00000	72.5143	34.7505	0.00000	187.622
OK	166	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		19	3.67696	3.67696	1.000	1.000	-3.6925	0.41125	0.41125	0.00000	0.00000	0.44745
	0.047	0.003		S235	235000		3.67696	3.67696	1.000	0.993	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	167	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		14	3.67696	3.67696	1.000	1.000	3.82624	0.41125	0.41125	0.00000	0.00000	0.44744
	0.046	0.003		S235	235000		3.67696	3.67696	1.000	1.002	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	168	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		15	3.67696	3.67696	1.000	1.000	-2.6866	0.41124	0.41124	0.00000	0.00000	0.44744
	0.045	0.003		S235	235000		3.67696	3.67696	1.000	0.995	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	169	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		14	3.67696	3.67696	1.000	1.000	3.25732	0.41125	0.41125	0.00000	0.00000	0.44745
	0.045	0.003		S235	235000		3.67696	3.67696	1.000	0.994	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	170	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		31	3.67696	3.67696	1.000	1.001	-10.354	0.31636	0.31636	0.00000	0.00000	0.34419
	0.098	0.003		S235	235000		3.67696	3.67696	1.000	0.980	156.248	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	171	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		7	3.67696	3.67696	1.000	1.000	-1.5655	0.41126	0.41126	-0.0000	0.00000	0.44745
	0.043	0.003		S235	235000		3.67696	3.67696	1.000	0.997	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	172	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		25	3.67696	3.67696	1.000	1.000	-9.2387	0.31635	0.31635	-0.0000	0.00000	0.34419
	0.090	0.003		S235	235000		3.67696	3.67696	1.000	0.982	156.248	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	173	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		24	3.67696	3.67696	1.000	1.000	8.66402	0.31635	0.31635	-0.0000	0.00000	0.34419
	0.046	0.003		S235	235000		3.67696	3.67696	1.000	0.983	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	0.00000	165.397
OK	174	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		29	2.31500	2.31500	1.000	0.850	-19.196	-0.2613	-0.2613	-8.3685	-3.6153	-0.1123
	0.204	0.007		S235	235000		2.31500	2.31500	1.000	0.850	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	175	1	<input type="checkbox"/>	HEA200		14	2.32500	2.32500	1.000	0.850	-2.1531	0.08743	0.08743	-3.6346	-1.5634	0.03768
	0.083	0.003		S235	235000		2.32500	2.32500	1.000	0.850	1204.10	0.00000	96.2381	45.1638	552.400	233.236
OK	176	3	<input type="checkbox"/>	HEA160		23	2.81498	2.81498	1.000	1.000	5.50517	1.26911	1.26911	0.00001	-0.0000	1.80360
	0.029	0.011		S235	235000		2.81498	2.81498	1.000	0.997	868.381	0.00000	55.0571	26.0528	397.470	171.083
OK	177	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		27	3.82440	3.82440	1.000	1.000	-10.280	0.25054	0.25054	-0.0000	0.00001	-0.2621
	0.095	0.002		S235	235000		3.82440	3.82440	1.000	1.000	146.703	0.00000	10.4220	15.2119	165.397	165.397
OK	178	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		31	3.46139	3.46139	1.000	1.000	-10.849	0.22678	0.22678	-0.0000	-0.0000	0.26210
	0.086	0.002		S235	235000		3.46139	3.46139	1.000	1.000	171.765	0.00000	10.4220	15.2119	165.397	165.397
OK	179	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		18	1.61995	1.61995	1.000	1.000	-10.730	0.06898	0.06898	-0.0000	0.00010	0.17038
	0.026	0.001		S235	235000		1.61995	1.61995	1.000	1.000	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	165.397	165.397
OK	180	8	<input type="checkbox"/>	2L80x8		29	1.49520	1.49520	1.000	1.000	12.6829	0.04898	0.04898	0.00005	-0.0001	0.13106
	0.028	0.001		S235	235000		1.49520	1.49520	1.000	1.000	544.305	0.00000	10.4220	15.2119	165.397	165.397

1.6.2 Riassunto verifiche degli elementi più sollecitati

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 3
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name HEA200 (No:1)
 (Rolled : HEA200).
 Member Length : 2.65000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -223.19 (LCB: 17, POS:I)
 Bending Moments My = -0.0001, Mz = -0.0001
 End Moments Myi = -0.0001, Myj = -0.0027 (for Lb)
 Myi = -0.0001, Myj = -0.0027 (for Ly)
 Mzi = -0.0001, Mzj = 0.00004 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = -0.0002 (LCB: 29, POS:1/2)
 Fzz = 0.00113 (LCB: 21, POS:1/2)

Depth	0.19000	Web Thick	0.00650
Top F Width	0.20000	Top F Thick	0.01000
Bot.F Width	0.20000	Bot.F Thick	0.01000
Area	0.00538	Asz	0.00123
Oyb	0.03130	Ozb	0.00500
Iyy	0.00004	Izz	0.00001
Ybar	0.10000	Zbar	0.09500
Wely	0.00039	Welz	0.00013
ry	0.08280	rz	0.04980

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 2.65000, Lz = 2.65000, Lb = 2.65000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 0.79, Cmz = 0.62, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$$KL/r = 62.9 < 200.0 \text{ (Memb:26, LCB: 17)} \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Axial Resistance

$$N_{Ed}/\text{MIN}[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 223.194/969.284 = 0.230 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.0001/96.2381 = 0.000 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.0001/45.1638 = 0.000 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Combined Resistance

$$R.MNRd = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny_Rd}, M_{Edz}/M_{nz_Rd}]$$

$$R.BiM = (M_{Edy}/M_{ny_Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{nz_Rd})^{\beta}$$

$$R.byN = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0}), R.byM = M_{Edy}/M_{y_Rd} + M_{Edz}/M_{z_Rd}$$

$$Rc.LT1 = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$Rb.LT1 = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$Rc.LT2 = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$Rb.LT2 = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{max} = \text{MAX}[R.MNRd, R.BiM, (R.byN + R.byM), \text{MAX}(Rc.LT1 + Rb.LT1, Rc.LT2 + Rb.LT2)] = 0.230 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

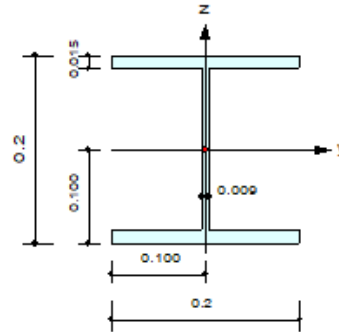
Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y_Rd} = 0.000 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$V_{Edz}/V_{z_Rd} = 0.000 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 22
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name HEB200 (No:2)
 (Rolled : HEB200).
 Member Length : 2.80000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 3.07953 (LCB: 17, POS:I)
 Bending Moments My = -60.115, Mz = 0.00175
 End Moments Myi = -60.115, Myj = 9.53746 (for Lb)
 Myi = -60.115, Myj = -0.0005 (for Ly)
 Mzi = 0.00175, Mzj = 0.03404 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.05069 (LCB: 25, POS:1/2)
 Fzz = -50.663 (LCB: 17, POS:I)

Depth	0.20000	Web Thick	0.00900
Top F Width	0.20000	Top F Thick	0.01500
Bot.F Width	0.20000	Bot.F Thick	0.01500
Area	0.00781	Asz	0.00180
Oyb	0.03445	Ozb	0.00500
Iyy	0.00005	Izz	0.00002
Ybar	0.10000	Zbar	0.10000
Wely	0.00057	Welz	0.00020
ry	0.08540	rz	0.05070

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 2.80000, Lz = 1.40000, Lb = 1.40000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cnz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$KL/r = 55.5 < 200.0$ (Memb:43, LCB: 27)..... O.K

Axial Resistance

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 3.08/1747.95 = 0.002 < 1.000$ O.K

Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 60.115/143.686 = 0.418 < 1.000$ O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.0018/67.9133 = 0.000 < 1.000$ O.K

Combined Resistance

$R.MNRd = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny_Rd}, M_{Edz}/M_{nz_Rd}]$

$R.BiM = (M_{Edy}/M_{ny_Rd})^{\text{Alpha}} + (M_{Edz}/M_{nz_Rd})^{\text{Beta}}$

$R.byN = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M0}), R.byM = M_{Edy}/M_{y_Rd} + M_{Edz}/M_{z_Rd}$

$R_{max} = \text{MAX}[R.MNRd, R.BiM, (R.byN + R.byM)] = 0.420 < 1.000$ O.K

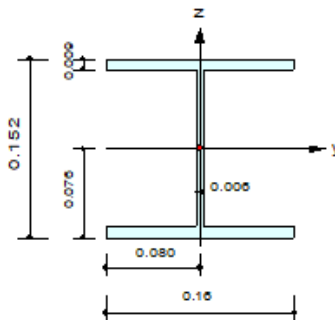
Shear Resistance

$V_{Edy}/V_{y_Rd} = 0.000 < 1.000$ O.K

$V_{Edz}/V_{z_Rd} = 0.158 < 1.000$ O.K

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 14
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name HEA160 (No:3)
 (Rolled : HEA160).
 Member Length : 3.15000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -5.7558 (LCB: 20, POS:1/2)
 Bending Moments My = 11.3205, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = -0.0010, Myj = -0.0018 (for Lb)
 Myi = -0.0010, Myj = -0.0018 (for Ly)
 Mzi = -0.0000, Mzj = 0.00011 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = -0.0001 (LCB: 14, POS:1/2)
 Fzz = 14.3773 (LCB: 20, POS:J)

Depth	0.15200	Web Thick	0.00600
Top F Width	0.16000	Top F Thick	0.00900
Bot.F Width	0.16000	Bot.F Thick	0.00900
Area	0.00388	Asz	0.00091
Cyb	0.01940	Czb	0.00320
Iyy	0.00002	Izz	0.00001
Ybar	0.08000	Zbar	0.07600
Wely	0.00022	Welz	0.00008
ry	0.06570	rz	0.03980

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 3.15000, Lz = 3.15000, Lb = 3.15000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cnz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$KL/r = 87.1 < 200.0$ (Memb:1, LCB: 17)..... O.K

Axial Resistance

$N_{Ed}/MIN[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 5.756/868.381 = 0.007 < 1.000$ O.K

Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 11.3205/55.0571 = 0.206 < 1.000$ O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.0000/26.0528 = 0.000 < 1.000$ O.K

Combined Resistance

$R.MNRd = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$
 $R.BiM = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{Alpha} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{Beta}$
 $R.byN = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_{M0}), R.byM = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$
 $Rc.LT1 = N_{Ed}/(Xiy*A*fy/Gamma_{M1})$
 $Rb.LT1 = (kyy*M_{Edy})/(Xi_{LT}*Wply*fy/Gamma_{M1}) + (kzy*M_{Edz})/(Wplz*fy/Gamma_{M1})$
 $Rc.LT2 = N_{Ed}/(Xiz*A*fy/Gamma_{M1})$
 $Rb.LT2 = (Kzy*M_{Edy})/(Xi_{LT}*Wply*fy/Gamma_{M1}) + (Kzz*M_{Edz})/(Wplz*fy/Gamma_{M1})$
 $Rmax = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.213 < 1.000$.. O.K

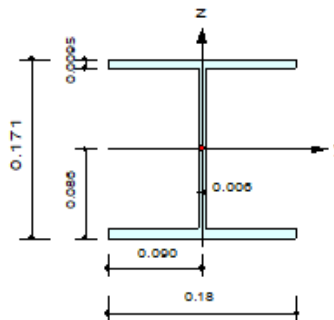
Shear Resistance

$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.000 < 1.000$ O.K

$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.084 < 1.000$ O.K

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 12
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name HEA180 (No:5)
 (Rolled : HEA180).
 Member Length : 3.40000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -1.4632 (LCB: 17, POS:1/2)
 Bending Moments My = 25.6214, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = -0.0033, Myj = -0.0032 (for Lb)
 Myi = -0.0033, Myj = -0.0032 (for Ly)
 Mzi = -0.0000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 37, POS:1/2)
 Fzz = -30.147 (LCB: 16, POS:I)

Depth	0.17100	Web Thick	0.00850
Top F Width	0.18000	Top F Thick	0.00950
Bot.F Width	0.18000	Bot.F Thick	0.00950
Area	0.00453	Asz	0.00103
Oyb	0.02590	Ozb	0.00405
Iyy	0.00003	Izz	0.00001
Ybar	0.09000	Zbar	0.08550
Wely	0.00029	Welz	0.00010
ry	0.07450	rz	0.04520

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 3.40000, Lz = 3.40000, Lb = 3.40000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio

KL/r = 75.2 < 200.0 (Memb:12, LCB: 17)..... O.K

Axial Resistance

N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 1.46/1013.86 = 0.001 < 1.000 O.K

Bending Resistance

M_Edy/M_Rdy = 25.6214/72.5143 = 0.353 < 1.000 O.K

M_Edz/M_Rdz = 0.0000/34.7505 = 0.000 < 1.000 O.K

Combined Resistance

R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]

R.byN = N_Ed/(A*fy/Gamma_M0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd

Rc.LT1 = N_Ed/(Xiy*A*fy/Gamma_M1)

Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(Xiy*Wply*fy/Gamma_M1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/Gamma_M1)

Rc.LT2 = N_Ed/(Xiz*A*fy/Gamma_M1)

Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(Xiy*Wply*fy/Gamma_M1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/Gamma_M1)

Rmax = MAX[R.MNRd, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.355 < 1.000 .. O.K

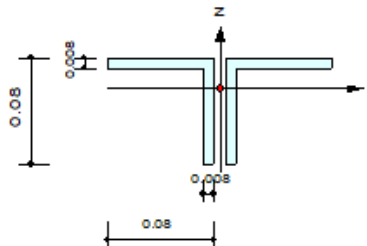
Shear Resistance

V_Edy/Vy_Rd = 0.000 < 1.000 O.K

V_Edz/Vz_Rd = 0.161 < 1.000 O.K

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 137
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name 2L80x8 (No:8)
 (Built-up Section).
 Member Length : 4.31074



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -41.447 (LCB: 25, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.34295, Mz = 0.00001
 End Moments Myi = -0.0000, Myj = -0.0000 (for Lb)
 Myi = -0.0000, Myj = -0.0000 (for Ly)
 Mzi = 0.00001, Mzj = 0.00001 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 37, POS:1/2)
 Fzz = 0.41375 (LCB: 3, POS:J)

Depth	0.08000	Web Thick	0.00800
Flg Width	0.08000	Flg Thick	0.00800
BTB Spacing	0.01000		
Area	0.00243	Asz	0.00107
Oyb	0.00103	Ozb	0.00320
Iyy	0.00000	Izz	0.00000
Ybar	0.08500	Zbar	0.05705
Wely	0.00003	Welz	0.00004
ry	0.02402	rz	0.03725

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 4.31074, Lz = 4.31074, Lb = 4.31074
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 0.97, Cnz = 0.89, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$KL/r = 190.2 < 200.0$ (Memb:134, LCB: 17)..... O.K

Axial Resistance

$N_{Ed}/MIN[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 41.447/120.372 = 0.344 < 1.000$ O.K

Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.3429/10.4220 = 0.033 < 1.000$ O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.0000/15.2119 = 0.000 < 1.000$ O.K

Combined Resistance

$R.MNRd = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$

$R.BiM = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{Alpha} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{Beta}$

$R.byN = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_{M0}), R.byM = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$

$Rc.LT1 = N_{Ed}/(Xiy*A*fy/Gamma_{M1})$

$Rb.LT1 = (kyy*M_{Edy})/(Xi_{LT}*Wply*fy/Gamma_{M1}) + (kzy*M_{Edz})/(Wplz*fy/Gamma_{M1})$

$Rc.LT2 = N_{Ed}/(Xiz*A*fy/Gamma_{M1})$

$Rb.LT2 = (Kzy*M_{Edy})/(Xi_{LT}*Wply*fy/Gamma_{M1}) + (Kzz*M_{Edz})/(Wplz*fy/Gamma_{M1})$

$Rmax = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.383 < 1.000$.. O.K

Shear Resistance

$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.000 < 1.000$ O.K

$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.003 < 1.000$ O.K





1.6.3 Tabulati di calcolo di dettaglio elementi più sollecitati

 midas Gen - Steel Code Checking [Eurocode3:05] Gen 2021
 =====

*. PROJECT :

*. MEMBER NO = 3, ELEMENT TYPE = Beam

*. LOADCOMB NO = 17, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 1

*. UNIT SYSTEM : kN, mm

*. SECTION PROPERTIES : Designation = HEA200

Shape = I - Section. (Rolled)

Depth = 190.000, Top F Width = 200.000, Bot.F Width = 200.000

Web Thick = 6.500, Top F Thick = 10.000, Bot.F Thick = 10.000

Area = 5.38000e+03, Avy = 4.27500e+03, Avz = 1.80500e+03

Ybar = 1.00000e+02, Zbar = 9.50000e+01, Qyb = 3.13048e+04, Qzb = 5.00000e+03

Wely = 3.89000e+05, Welz = 1.34000e+05, Wply = 4.30000e+05, Wplz = 2.01796e+05

Iyy = 3.69000e+07, Izz = 1.34000e+07, Iyz = 0.00000e+00

iy = 8.28000e+01, iz = 4.98000e+01

J = 1.49811e+05, Cwp = 1.08000e+11

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :

Ly = 2.65000e+03, Lz = 2.65000e+03, Lb = 2.65000e+03

Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

*. MATERIAL PROPERTIES :

Fy = 2.35000e-01, Es = 2.10000e+02, MATERIAL NAME = S235

*. FORCES AND MOMENTS AT (I) POINT :

Axial Force Fxx = -2.20937e+02

Shear Forces Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 9.98844e-04

Bending Moments $M_y = -5.96995e-02$, $M_z = -1.57466e-02$

End Moments $M_{yi} = -5.96995e-02$, $M_{yj} = -2.70664e+00$ (for L_b)

$M_{yi} = -5.96995e-02$, $M_{yj} = -2.70664e+00$ (for L_y)

$M_{zi} = -1.57466e-02$, $M_{zj} = 8.56754e-03$ (for L_z)

*. Sign conventions for stress and axial force.

- Stress : Compression positive.

- Axial force: Tension positive.

=====
 [[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
 =====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

-. $e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$

-. $b/t = BTR = 7.88$

-. $\sigma_1 = 0.041 \text{ kN/mm}^2$.

-. $\sigma_2 = 0.041 \text{ kN/mm}^2$.

-. $BTR < 9 \cdot e$ (Class 1 : Plastic).

=====
 [[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
 =====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

-. $e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$

-. $b/t = BTR = 7.88$

-. $\sigma_1 = 0.041 \text{ kN/mm}^2$.

-. $\sigma_2 = 0.041 \text{ kN/mm}^2$.

-. $BTR < 9 \cdot e$ (Class 1 : Plastic).

=====
 [[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
 =====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

$$-. e = \text{SQRT}(235/f_y) = 1.00$$

$$-. b/t = BTR = 7.88$$

$$-. \sigma_1 = 0.041 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. \sigma_2 = 0.041 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. BTR < 9 * e \text{ (Class 1 : Plastic).}$$

=====
 [[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
 =====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

$$-. e = \text{SQRT}(235/f_y) = 1.00$$

$$-. b/t = BTR = 7.88$$

$$-. \sigma_1 = 0.041 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. \sigma_2 = 0.041 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. BTR < 9 * e \text{ (Class 1 : Plastic).}$$

=====
 [[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
 =====

(). Determine classification of compression Internal Parts.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 1 of 3), EN 1993-1-5]

$$-. e = \text{SQRT}(235/f_y) = 1.00$$

$$-. d/t = HTR = 20.62$$

- $\sigma_1 = 0.041 \text{ kN/mm}^2$.
- $\sigma_2 = 0.041 \text{ kN/mm}^2$.
- $HTR < 33 \cdot e$ (Class 1 : Plastic).

=====

[[[*]]] APPLIED FACTORS.

=====

(). Calculate equivalent uniform moment factors (C_{my}, C_{mz}, C_{mLT}).

[Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]

- $C_{my,0} = 0.792$
- $C_{mz,0} = 0.658$
- $E_{sp_y} = (M_{Edy}/N_{Ed}) \cdot (A/W_{ely}) = 3.737e-06$
- $a_{LT} = \max [1 - I_{xx}/I_{yy}, 0] = 0.996$
- $C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \cdot (\sqrt{E_{sp_y}} \cdot a_{LT}) / (1 + \sqrt{E_{sp_y}} \cdot a_{LT}) = 0.793$
- $C_{mz} = C_{mz,0} = 0.658$
- C_{mLT} (Default or User Defined Value) = 1.000

(). Partial Factors (Γ_{Mi}).

[Eurocode3:05 6.1]

- $\Gamma_{M0} = 1.05$
- $\Gamma_{M1} = 1.05$
- $\Gamma_{M2} = 1.25$

=====

[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.

=====

(). Check slenderness ratio of axial compression member (Kl/i).

- $Kl/i = 53.2 < 200.0 \rightarrow$ O.K.

(). Calculate axial compressive resistance ($N_{c,Rd}$).

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.4]

$$-. N_{c_Rd} = f_y * Area / Gamma_{M0} = 1204.10 \text{ kN.}$$

(). Check ratio of axial resistance (N_{Ed}/N_{c_Rd}).

$$N_{Ed} \quad 220.94$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 0.183 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$N_{c_Rd} \quad 1204.10$$

(). Calculate buckling resistance of compression member (N_{b_Rdy} , N_{b_Rdz}).

[Eurocode3:05 6.3.1.1, 6.3.1.2]

$$-. \text{Beta}_A = A_{eff} / Area = 1.000$$

$$-. \text{Lambda}1 = \pi * \text{SQRT}(E_s/f_y) = 93.913$$

$$-. \text{Lambda}_{by} = \{(K_y * L_y / i_y) / \text{Lambda}1\} * \text{SQRT}(\text{Beta}_A) = 0.341$$

$$-. N_{cry} = \pi^2 * E_s * I_{yy} / (K_y * L_y)^2 = 10890.65 \text{ kN.}$$

$$-. \text{Lambda}_{by} < 0.2 \text{ or } N_{Ed}/N_{cry} < 0.04 \text{ --> No need to check.}$$

$$-. \text{Lambda}_{bz} = \{(K_z * L_z / i_z) / \text{Lambda}1\} * \text{SQRT}(\text{Beta}_A) = 0.567$$

$$-. N_{crz} = \pi^2 * E_s * I_{zz} / (K_z * L_z)^2 = 3954.87 \text{ kN.}$$

$$-. \text{Lambda}_{bz} > 0.2 \text{ and } N_{Ed}/N_{crz} > 0.04 \text{ --> Need to check.}$$

$$-. \text{Alphaz} = 0.490$$

$$-. \text{Phiz} = 0.5 * [1 + \text{Alphaz} * (\text{Lambda}_{bz} - 0.2) + \text{Lambda}_{bz}^2] = 0.750$$

$$-. \text{Xiz} = \text{MIN} [1 / [\text{Phiz} + \text{SQRT}(\text{Phiz}^2 - \text{Lambda}_{bz}^2)], 1.0] = 0.805$$

$$-. N_{b_Rdz} = \text{Xiz} * \text{Beta}_A * Area * f_y / Gamma_{M1} = 969.28 \text{ kN.}$$

(). Check ratio of buckling resistance (N_{Ed}/N_{b_Rd}).

$$-. N_{b_Rd} = \text{MIN}[N_{b_Rdy}, N_{b_Rdz}] = 969.28 \text{ kN.}$$

$$N_{Ed} \quad 220.94$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 0.228 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$N_{b_Rd} \quad 969.28$$

=====
 [[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.
 =====

(). Calculate shear area.

[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]

$$-. \eta = 1.2 \text{ (Fy < 460 MPa.)}$$

$$-. r = 18.0000 \text{ mm.}$$

$$-. A_{vy} = \text{Area} - h_w * t_w = 4275.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. A_{vz1} = \eta * h_w * t_w = 1326.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. A_{vz2} = \text{Area} - 2 * B * t_f + (t_w + 2 * r) * t_f = 1805.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. A_{vz} = \text{MAX}[A_{vz1}, A_{vz2}] = 1805.0000 \text{ mm}^2.$$

(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]

$$-. V_{pl_Rdz} = [A_{vz} * f_y / \text{SQRT}(3)] / \text{Gamma}_{M0} = 233.24 \text{ kN.}$$

(). Shear Buckling Check.

[Eurocode3:05 6.2.6]

$$-. HTR < 72 * e / \eta \text{ ---> No need to check!}$$

(). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).

(LCB = 21, POS = J)

$$-. \text{Applied shear force : } V_{Edz} = 1.14e-03 \text{ kN.}$$

$$V_{Edz} \quad 1.14e-03$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 4.875e-06 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$V_{pl_Rdz} \quad 233.24$$

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.
=====

(). Calculate plastic resistance moment about major axis.

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]

$$-. W_{ply} = 430000.0000 \text{ mm}^3.$$

$$-. Mc_{Rdy} = Wply * fy / Gamma_{M0} = 96238.10 \text{ kN-mm.}$$

(). Check ratio of moment resistance (M_{Edy}/Mc_{Rdy}).

$$M_{Edy} \quad 0.06$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 6.203e-07 < 1.000 \text{ ----> O.K.}$$

$$Mc_{Rdy} \quad 96238.10$$

=====
 [[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
 =====

(). Calculate plastic resistance moment about minor axis.

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]

$$-. Wplz = 201795.6000 \text{ mm}^3.$$

$$-. Mc_{Rdz} = Wplz * fy / Gamma_{M0} = 45163.78 \text{ kN-mm.}$$

(). Check ratio of moment resistance (M_{Edz}/Mc_{Rdz}).

$$M_{Edz} \quad 0.02$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 3.487e-07 < 1.000 \text{ ----> O.K.}$$

$$Mc_{Rdz} \quad 45163.78$$

=====
 [[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
 =====

(). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_{Rd}).

[Eurocode3:05 6.1, 6.3.2]

$$-. Por = 0.300$$

$$-. Gs = Es / [2*(1+Por)] = 80.769 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. Ncr = Pi^2 * Es * Izz / Lu^2 = 3954.87 \text{ kN.}$$

$$-. psi = 0.022$$

$$-. C1 = 1.851$$

$$-. M_{cr} = C_1 * N_{cr} * \text{SQRT} [(C_{wp}/I_{zz}) + (G_s * I_{xx})/N_{cr}] = 771977.13 \text{ kN-mm.}$$

$$-. \lambda_{LT_bar} = \text{SQRT} [W_{ply} * f_y / M_{cr}] = 0.362$$

$$-. \lambda_{LT_bar0} = 0.400$$

$$-. \lambda_{LT_bar} = 0.362 < \lambda_{LT_bar0} = 0.400$$

$$-. M_{Ed}/M_{cr} = 0.000 < \lambda_{LT_bar0}^2 = 0.160$$

If $\lambda_{LT_bar} < \lambda_{LT_bar0}$ or $M_{Ed}/M_{cr} < \lambda_{LT_bar0}^2$,

No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

=====
 [[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
 =====

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

-. In case of $V_{Edz} / V_{pl_Rdz} < 0.5$

$$-. M_{y_Rd} = M_{c_Rdy} = 96238.10 \text{ kN-mm.}$$

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

-. In case of $V_{Edy} / V_{pl_Rdy} < 0.5$

$$-. M_{z_Rd} = M_{c_Rdz} = 45163.78 \text{ kN-mm.}$$

(). Check general interaction ratio.

[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2

$$-. R_{max1} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Edy}}{M_{y_Rd}} + \frac{M_{Edz}}{M_{z_Rd}}$$

$$= 0.183 < 1.000 \text{ ----> O.K.}$$

(). Check interaction ratio of bending and axial force member.

[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2

$$-. n = N_{Ed} / N_{pl_Rd} = 0.183$$

$$-. a = \text{MIN}[(\text{Area}-2b*tf)/\text{Area}, 0.5] = 0.257$$

$$-. \text{Alpha} = 2.000$$

$$-. \text{Beta} = \text{MAX}[5*n, 1.0] = 1.000$$

$$-. N_{Ed} < 0.25*N_{pl_Rd} = 301.02 \text{ kN.}$$

$$-. N_{Ed} > 0.5*hw*tw*fy/\text{Gamma}_{M0} = 123.65 \text{ kN.}$$

Therefore, Allowance for the effect of axial force.

$$-. M_{ny_Rd} = \text{MIN}[M_{ply_Rd}*(1-n)/(1-0.5*a), M_{ply_Rd}] = 90140.32 \text{ kN-mm.}$$

$$-. R_{maxy} = M_{Edy} / M_{ny_Rd} = 6.623e-07 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-. N_{Ed} < hw*tw*fy/\text{Gamma}_{M0} = 380.48 \text{ kN.}$$

Therefore, No allowance for the effect of axial force.

$$-. M_{nz_Rd} = M_{plz_Rd} = 45163.78 \text{ kN-mm.}$$

$$-. R_{maxz} = M_{Edz} / M_{nz_Rd} = 3.487e-07 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$[| M_{Edy} |^{(\text{Alpha})} + | M_{Edz} |^{(\text{Beta})}]$$

$$-. R_{max2} = [| \text{-----} | + | \text{-----} |]$$

$$[| M_{ny_Rd} | + | M_{nz_Rd} |]$$

$$= 3.487e-07 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

(). Check interaction ratio of bending and axial compression member.

[Eurocode3:05 6.3.1, 6.2.9.3 (6.61, 6.62), Annex A]

$$-. N_{Ed} = -220.94 \text{ kN.}$$

$$-. M_{Edy} = -0.06 \text{ kN-mm.}$$

$$-. M_{Edz} = -0.02 \text{ kN-mm.}$$

$$-. k_{yy} = 0.791$$

$$-. k_{yz} = 0.420$$

$$-. k_{zy} = 0.410$$

$$-. k_{zz} = 0.601$$

$$-. X_{iy} = 1.000$$

$$-. X_{iz} = 0.806$$

$$-. X_{iLT} = 1.000$$

$$-. N_{Rk} = A \cdot f_y = 1264.30 \text{ kN.}$$

$$-. M_{y,Rk} = W_{ply} \cdot f_y = 101050.00 \text{ kN-mm.}$$

$$-. M_{z,Rk} = W_{plz} \cdot f_y = 47421.97 \text{ kN-mm.}$$

$$-. N_{Ed} \cdot e_{Ny} = 0.0 \text{ (Not Slender)}$$

$$-. N_{Ed} \cdot e_{Nz} = 0.0 \text{ (Not Slender)}$$

$$N_{Ed} \quad M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny} \quad M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}$$

$$-. R_{max_LT1} = \dots + k_{yy} \cdot \dots + k_{yz} \cdot \dots$$

$$X_{iy} \cdot N_{Rk} / \Gamma_{M1} \quad X_{iLT} \cdot M_{y,Rk} / \Gamma_{M1} \quad M_{z,Rk} / \Gamma_{M1}$$

$$= 0.183 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$N_{Ed} \quad M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny} \quad M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}$$

$$-. R_{max_LT2} = \dots + k_{zy} \cdot \dots + k_{zz} \cdot \dots$$

$$X_{iz} \cdot N_{Rk} / \Gamma_{M1} \quad X_{iLT} \cdot M_{y,Rk} / \Gamma_{M1} \quad M_{z,Rk} / \Gamma_{M1}$$

$$= 0.228 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-. R_{max} = \text{MAX}[\text{MAX}(R_{max1}, R_{max2}), \text{MAX}(R_{max_LT1}, R_{max_LT2})] = 0.228 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

*. PROJECT :

*. MEMBER NO = 22, ELEMENT TYPE = Beam

*. LOADCOMB NO = 17, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 2

*. UNIT SYSTEM : kN, mm

*. SECTION PROPERTIES : Designation = HEB200

Shape = I - Section. (Rolled)

Depth = 200.000, Top F Width = 200.000, Bot.F Width = 200.000

Web Thick = 9.000, Top F Thick = 15.000, Bot.F Thick = 15.000

Area = 7.81000e+03, Avy = 6.28000e+03, Avz = 2.48500e+03

Ybar = 1.00000e+02, Zbar = 1.00000e+02, Qyb = 3.44458e+04, Qzb = 5.00000e+03

Wely = 5.70000e+05, Welz = 2.00000e+05, Wply = 6.42000e+05, Wplz = 3.03442e+05

Iyy = 5.70000e+07, Izz = 2.00000e+07, Iyz = 0.00000e+00

iy = 8.54000e+01, iz = 5.07000e+01

J = 4.94955e+05, Cwp = 1.71125e+11

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :

Ly = 2.80000e+03, Lz = 1.40000e+03, Lb = 1.40000e+03

Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

*. MATERIAL PROPERTIES :

Fy = 2.35000e-01, Es = 2.10000e+02, MATERIAL NAME = S235

*. FORCES AND MOMENTS AT (I) POINT :

Axial Force Fxx = 3.46547e+00

Shear Forces Fyy = 2.07025e-02, Fzz = -5.01994e+01

Bending Moments My = -5.95447e+04, Mz = 5.78413e+01

End Moments Myi = -5.95447e+04, Myj = 9.45886e+03 (for Lb)

Myi = -5.95447e+04, Myj = -5.12941e-01 (for Ly)

Mzi = 5.78413e+01, Mzj = 2.88578e+01 (for Lz)

*. Sign conventions for stress and axial force.

- Stress : Compression positive.

- Axial force: Tension positive.

=====

[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of tension outstand flanges.

- Not Checking the Section Classification.

=====

[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of tension outstand flanges.

- Not Checking the Section Classification.

=====
 [[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
 =====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

- $e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$

- $b/t = BTR = 5.17$

- $\sigma_1 = 0.092 \text{ kN/mm}^2$.

- $\sigma_2 = 0.092 \text{ kN/mm}^2$.

- $BTR < 9 \cdot e$ (Class 1 : Plastic).

=====
 [[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
 =====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

- $e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$

- $b/t = BTR = 5.17$

- $\sigma_1 = 0.092 \text{ kN/mm}^2$.

- $\sigma_2 = 0.092 \text{ kN/mm}^2$.

- $BTR < 9 \cdot e$ (Class 1 : Plastic).

=====
 [[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
 =====

(). Determine classification of bending and compression Internal Parts.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 1 of 3), EN 1993-1-5]

$$-. e = \text{SQRT}(235/f_y) = 1.00$$

$$-. d/t = \text{HTR} = 14.89$$

$$-. \sigma_1 = 0.062 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. \sigma_2 = -0.063 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. \Psi = [2*(N_{sd}/A)*(1/f_y)] - 1 = -1.004$$

$$-. \text{Alpha} = 0.506 > 0.5$$

$$-. \text{HTR} < 396 * e / (13 * \text{Alpha} - 1) \text{ (Class 1 : Plastic).}$$

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

(). Calculate equivalent uniform moment factors (C_{my}, C_{mz}, C_{mLT}).

[Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]

$$-. C_{my,0} = 1.000$$

$$-. C_{mz,0} = 0.895$$

$$-. \text{Esp}_y = (M_{\text{Edy}}/N_{\text{Ed}}) * (A/W_{\text{ely}}) = 2.354e+02$$

$$-. a_{LT} = \max [1 - l_{xx}/l_{yy}, 0] = 0.991$$

$$-. C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) * (\sqrt{\text{Esp}_y} * a_{LT}) / (1 + \sqrt{\text{Esp}_y} * a_{LT}) = 1.000$$

$$-. C_{mz} = C_{mz,0} = 0.895$$

$$-. C_{mLT} \text{ (Default or User Defined Value)} = 1.000$$

(). Partial Factors (Gamma_Mi).

[Eurocode3:05 6.1]

$$-. \text{Gamma}_{M0} = 1.05$$

$$-. \text{Gamma}_{M1} = 1.05$$

$$-. \text{Gamma}_{M2} = 1.25$$

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

(). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).

$$-. l/i = 32.8 < 300.0 \rightarrow \text{O.K.}$$

(). Calculate parameters for combined resistance.

$$-. \lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{E_s/f_y} = 93.913$$

$$-. \lambda_{bz} = (KLz/iz) / \lambda_1 = 0.294$$

(). Calculate axial tensile resistance ($N_{t,Rd}$).

[Eurocode3:05 6.2.3]

$$-. N_{t,Rd} = f_y \cdot Area / \gamma_{M0} = 1747.95 \text{ kN.}$$

(). Check ratio of axial resistance ($N_{Ed}/N_{t,Rd}$).

$$N_{Ed} \quad 3.47$$

$$-. \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = 0.002 < 1.000 \rightarrow \text{O.K.}$$

$$N_{t,Rd} \quad 1747.95$$

=====
 [[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.
 =====

(). Calculate shear area.

[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]

$$-. \eta = 1.2 \text{ (} F_y < 460 \text{ MPa.)}$$

$$-. r = 18.0000 \text{ mm.}$$

$$-. A_{vy} = Area - h_w \cdot t_w = 6280.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. A_{vz1} = \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1836.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. A_{vz2} = Area - 2 \cdot B \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 2485.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. A_{vz} = \text{MAX}[A_{vz1}, A_{vz2}] = 2485.0000 \text{ mm}^2.$$

(). Calculate plastic shear resistance in local-y direction ($V_{pl,Rdy}$).

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]

$$-. V_{pl_Rdy} = [A_{vy} \cdot f_y / \sqrt{3}] / \Gamma_{M0} = 811.48 \text{ kN.}$$

(). Check ratio of shear resistance (V_{Edy}/V_{pl_Rdy}).

$$(LCB = 29, POS = 1/4)$$

$$-. \text{Applied shear force : } V_{Edy} = 0.20 \text{ kN.}$$

$$V_{Edy} \quad 0.20$$

$$-. \text{Ratio} = \frac{V_{Edy}}{V_{pl_Rdy}} = 2.435e-04 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$V_{pl_Rdy} \quad 811.48$$

(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (V_{pl_Rdz}).

$$[\text{Eurocode3:05 6.1, 6.2.6}]$$

$$-. V_{pl_Rdz} = [A_{vz} \cdot f_y / \sqrt{3}] / \Gamma_{M0} = 321.10 \text{ kN.}$$

(). Shear Buckling Check.

$$[\text{Eurocode3:05 6.2.6}]$$

$$-. HTR < 72 \cdot e / \eta \text{ ---> No need to check!}$$

(). Check ratio of shear resistance (V_{Edz}/V_{pl_Rdz}).

$$(LCB = 17, POS = 1)$$

$$-. \text{Applied shear force : } V_{Edz} = 50.20 \text{ kN.}$$

$$V_{Edz} \quad 50.20$$

$$-. \text{Ratio} = \frac{V_{Edz}}{V_{pl_Rdz}} = 0.156 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$V_{pl_Rdz} \quad 321.10$$

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.
=====

(). Calculate plastic resistance moment about major axis.

$$[\text{Eurocode3:05 6.1, 6.2.5}]$$

$$-. W_{ply} = 642000.0000 \text{ mm}^3.$$

$$-. M_{c_Rdy} = W_{ply} \cdot f_y / \Gamma_{M0} = 143685.71 \text{ kN-mm.}$$

(). Check ratio of moment resistance (M_{Edy}/M_{cRdy}).

$$M_{Edy} = 59544.69$$

$$\frac{M_{Edy}}{M_{cRdy}} = 0.414 < 1.000 \rightarrow \text{O.K.}$$

$$M_{cRdy} = 143685.71$$

=====
 [[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
 =====

(). Calculate plastic resistance moment about minor axis.

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]

$$W_{plz} = 303442.5000 \text{ mm}^3.$$

$$M_{cRdz} = W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 67913.32 \text{ kN-mm.}$$

(). Check ratio of moment resistance (M_{Edz}/M_{cRdz}).

$$M_{Edz} = 57.84$$

$$\frac{M_{Edz}}{M_{cRdz}} = 8.517e-04 < 1.000 \rightarrow \text{O.K.}$$

$$M_{cRdz} = 67913.32$$

=====
 [[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
 =====

(). Calculate lateral-torsional buckling resistance (M_{bRd}).

[Eurocode3:05 6.1, 6.3.2]

$$P_{or} = 0.300$$

$$G_s = E_s / [2 \cdot (1 + P_{or})] = 80.769 \text{ kN/mm}^2.$$

$$N_{cr} = \pi^2 \cdot E_s \cdot I_{zz} / L_u^2 = 21149.15 \text{ kN.}$$

$$\psi = 0.000$$

$$C_1 = 1.285$$

$$M_{cr} = C_1 \cdot N_{cr} \cdot \sqrt{ (C_{wp}/I_{zz}) + (G_s \cdot I_{xx})/N_{cr} } = 2777675.11 \text{ kN-mm.}$$

$$-. \lambda_{LT,bar} = \sqrt{W_{ply} \cdot f_y / M_{cr}} = 0.233$$

$$-. \lambda_{LT,bar0} = 0.400$$

$$-. \lambda_{LT,bar} = 0.233 < \lambda_{LT,bar0} = 0.400$$

$$-. M_{Ed}/M_{cr} = 0.021 < \lambda_{LT,bar0}^2 = 0.160$$

If $\lambda_{LT,bar} < \lambda_{LT,bar0}$ or $M_{Ed}/M_{cr} < \lambda_{LT,bar0}^2$,

No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

=====
 [[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
 =====

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

-. In case of $V_{Edz} / V_{pl,Rdz} < 0.5$

$$-. M_{y,Rd} = M_{c,Rdy} = 143685.71 \text{ kN-mm.}$$

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

-. In case of $V_{Edy} / V_{pl,Rdy} < 0.5$

$$-. M_{z,Rd} = M_{c,Rdz} = 67913.32 \text{ kN-mm.}$$

(). Check general interaction ratio.

[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2

$$N_{Ed} \quad M_{Edy} \quad M_{Edz}$$

$$-. R_{max1} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Edy}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{Edz}}{M_{z,Rd}}$$

$$N_{Rd} \quad M_{y,Rd} \quad M_{z,Rd}$$

$$= 0.417 < 1.000 \text{ ----> O.K.}$$

(). Check interaction ratio of bending and axial force member.

[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2

$$-. n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.002$$

$$-. a = \text{MIN}[(\text{Area}-2b*tf)/\text{Area}, 0.5] = 0.232$$

$$-. \text{Alpha} = 2.000$$

$$-. \text{Beta} = \text{MAX}[5*n, 1.0] = 1.000$$

$$-. N_{\text{Ed}} < 0.25*N_{\text{pl_Rd}} = 436.99 \text{ kN.}$$

$$-. N_{\text{Ed}} < 0.5*hw*tw*fy/\text{Gamma}_{\text{M0}} = 171.21 \text{ kN.}$$

Therefore, No allowance for the effect of axial force.

$$-. M_{\text{ny_Rd}} = M_{\text{ply_Rd}} = 143685.71 \text{ kN-mm.}$$

$$-. R_{\text{maxy}} = M_{\text{Edy}} / M_{\text{ny_Rd}} = 0.414 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-. N_{\text{Ed}} < hw*tw*fy/\text{Gamma}_{\text{M0}} = 570.71 \text{ kN.}$$

Therefore, No allowance for the effect of axial force.

$$-. M_{\text{nz_Rd}} = M_{\text{plz_Rd}} = 67913.32 \text{ kN-mm.}$$

$$-. R_{\text{maxz}} = M_{\text{Edz}} / M_{\text{nz_Rd}} = 8.517e-04 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$[| M_{\text{Edy}} |^{(\text{Alpha})} + | M_{\text{Edz}} |^{(\text{Beta})}]$$

$$-. R_{\text{max2}} = [| \text{-----} | + | \text{-----} |]$$

$$[| M_{\text{ny_Rd}} | + | M_{\text{nz_Rd}} |]$$

$$= 0.173 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-. R_{\text{max}} = \text{MAX}[R_{\text{max1}}, R_{\text{max2}}] = 0.417 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

*. PROJECT :

*. MEMBER NO = 14, ELEMENT TYPE = Beam

*. LOADCOMB NO = 20, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 3

*. UNIT SYSTEM : kN, mm



*. SECTION PROPERTIES : Designation = HEA160

Shape = I - Section. (Rolled)

Depth = 152.000, Top F Width = 160.000, Bot.F Width = 160.000

Web Thick = 6.000, Top F Thick = 9.000, Bot.F Thick = 9.000

Area = 3.88000e+03, Avy = 3.07600e+03, Avz = 1.32400e+03

Ybar = 8.00000e+01, Zbar = 7.60000e+01, Qyb = 1.94045e+04, Qzb = 3.20000e+03

Wely = 2.20000e+05, Welz = 7.69000e+04, Wply = 2.46000e+05, Wplz = 1.16406e+05

Iyy = 1.67000e+07, Izz = 6.16000e+06, Iyz = 0.00000e+00

iy = 6.57000e+01, iz = 3.98000e+01

J = 8.80560e+04, Cwp = 3.14097e+10

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :

Ly = 3.15000e+03, Lz = 3.15000e+03, Lb = 3.15000e+03

Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

*. MATERIAL PROPERTIES :

Fy = 2.35000e-01, Es = 2.10000e+02, MATERIAL NAME = S235

*. FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :

Axial Force Fxx = -8.48112e+00

Shear Forces Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00

Bending Moments My = 1.13207e+04, Mz = 0.00000e+00

End Moments Myi = -9.86210e-01, Myj = -1.51052e+00 (for Lb)

Myi = -9.86210e-01, Myj = -1.51052e+00 (for Ly)

Mzi = -2.07904e-02, Mzj = -1.76686e-03 (for Lz)

*. Sign conventions for stress and axial force.

- Stress : Compression positive.

- Axial force: Tension positive.



=====

[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

- e = $\sqrt{235/f_y}$ = 1.00

- b/t = BTR = 6.89

- σ_1 = 0.048 kN/mm².

- σ_2 = 0.048 kN/mm².

- BTR < 9*e (Class 1 : Plastic).

=====

[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

- e = $\sqrt{235/f_y}$ = 1.00

- b/t = BTR = 6.89

- σ_1 = 0.048 kN/mm².

- σ_2 = 0.048 kN/mm².

- BTR < 9*e (Class 1 : Plastic).

=====

[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of tension outstand flanges.

- Not Checking the Section Classification.

=====

[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of tension outstand flanges.

- . Not Checking the Section Classification.

=====

[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).

=====

(). Determine classification of bending and compression Internal Parts.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 1 of 3), EN 1993-1-5]

- . $e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$

- . $d/t = HTR = 17.33$

- . $\sigma_1 = 0.034 \text{ kN/mm}^2$.

- . $\sigma_2 = -0.029 \text{ kN/mm}^2$.

- . $\Psi = [2*(N_{sd}/A)*(1/f_y)]-1 = -0.981$

- . $\alpha = 0.529 > 0.5$

- . $HTR < 396*e/(13*\alpha-1)$ (Class 1 : Plastic).

=====

[[[*]]] APPLIED FACTORS.

=====

(). Calculate equivalent uniform moment factors (C_{my},C_{mz},C_{mLT}).

[Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]

- . $C_{my,0} = 1.000$

- . $C_{mz,0} = 0.993$

- . $E_{sp_y} = (M_{Edy}/N_{Ed})*(A/W_{ely}) = 23.541$

- . $a_{LT} = \max [1-l_{xx}/l_{yy}, 0] = 0.995$

- . $C_{my} = C_{my,0} + (1-C_{my,0})*(\sqrt{E_{sp_y}}*a_{LT})/(1+\sqrt{E_{sp_y}}*a_{LT}) = 1.000$

- . $C_{mz} = C_{mz,0} = 0.993$

-. C_mL_T (Default or User Defined Value) = 1.000

(). Partial Factors (Gamma_Mi).

[Eurocode3:05 6.1]

-. Gamma_M0 = 1.05

-. Gamma_M1 = 1.05

-. Gamma_M2 = 1.25

=====
 [[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
 =====

(). Check slenderness ratio of axial compression member (Kl/i).

-. Kl/i = 79.1 < 200.0 ---> O.K.

(). Calculate axial compressive resistance (N_c_Rd).

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.4]

-. N_c_Rd = f_y * Area / Gamma_M0 = 868.38 kN.

(). Check ratio of axial resistance (N_{Ed}/N_c_Rd).

N_{Ed} 8.48

-. ----- = ----- = 0.010 < 1.000 ---> O.K.

N_c_Rd 868.38

(). Calculate buckling resistance of compression member (N_b_Rdy, N_b_Rdz).

[Eurocode3:05 6.3.1.1, 6.3.1.2]

-. Beta_A = A_{eff} / Area = 1.000

-. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913

-. Lambda_by = {(Ky*Ly/iy)/Lambda1} * SQRT(Beta_A) = 0.511

-. N_{cry} = Pi^2*Es*Iyy / (Ky*Ly)^2 = 3488.30 kN.

-. Lambda_by < 0.2 or N_{Ed}/N_{cry} < 0.04 --> No need to check.

$$-. \text{Lambda_bz} = \{(Kz * Lz / iz) / \text{Lambda}1\} * \text{SQRT}(\text{Beta_A}) = 0.843$$

$$-. \text{Ncrz} = \text{Pi}^2 * \text{Es} * Izz / (Kz * Lz)^2 = 1286.70 \text{ kN.}$$

$$-. \text{Lambda_bz} < 0.2 \text{ or } N_{Ed} / \text{Ncrz} < 0.04 \text{ --> No need to check.}$$

=====
 [[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.
 =====

(). Calculate shear area.

[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]

$$-. \text{eta} = 1.2 \text{ (Fy < 460 MPa.)}$$

$$-. r = 15.0000 \text{ mm.}$$

$$-. \text{Avy} = \text{Area} - \text{hw} * \text{tw} = 3076.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. \text{Avz1} = \text{eta} * \text{hw} * \text{tw} = 964.8000 \text{ mm}^2.$$

$$-. \text{Avz2} = \text{Area} - 2 * \text{B} * \text{tf} + (\text{tw} + 2 * r) * \text{tf} = 1324.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. \text{Avz} = \text{MAX}[\text{Avz1}, \text{Avz2}] = 1324.0000 \text{ mm}^2.$$

(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]

$$-. \text{Vpl_Rdz} = [\text{Avz} * \text{fy} / \text{SQRT}(3)] / \text{Gamma_M0} = 171.08 \text{ kN.}$$

(). Shear Buckling Check.

[Eurocode3:05 6.2.6]

$$-. \text{HTR} < 72 * \text{e} / \text{Eta} \text{ --> No need to check!}$$

(). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).

(LCB = 23, POS = J)

$$-. \text{Applied shear force : V_Edz} = 14.38 \text{ kN.}$$

$$\text{V_Edz} \quad 14.38$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 0.084 < 1.000 \text{ --> O.K.}$$

$$\text{Vpl_Rdz} \quad 171.08$$

=====
 [[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.
 =====

(.). Calculate plastic resistance moment about major axis.

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]

$$-. W_{ply} = 246000.0000 \text{ mm}^3.$$

$$-. M_{c_Rdy} = W_{ply} * f_y / \Gamma_{M0} = 55057.14 \text{ kN-mm.}$$

 (.). Check ratio of moment resistance (M_{Edy}/M_{c_Rdy}).

$$M_{Edy} \quad 11320.68$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 0.206 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$M_{c_Rdy} \quad 55057.14$$

 =====
 [[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
 =====

(.). Calculate plastic resistance moment about minor axis.

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]

$$-. W_{plz} = 116406.0000 \text{ mm}^3.$$

$$-. M_{c_Rdz} = W_{plz} * f_y / \Gamma_{M0} = 26052.77 \text{ kN-mm.}$$

 (.). Check ratio of moment resistance (M_{Edz}/M_{c_Rdz}).

$$M_{Edz} \quad 0.00$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 0.000 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$M_{c_Rdz} \quad 26052.77$$

 =====
 [[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
 =====

(). Calculate lateral-torsional buckling resistance ($M_{b,Rd}$).

[Eurocode3:05 6.1, 6.3.2]

$$-. \text{Por} = 0.300$$

$$-. G_s = E_s / [2 \cdot (1 + \text{Por})] = 80.769 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. N_{cr} = \pi^2 \cdot E_s \cdot I_{zz} / L_u^2 = 1286.70 \text{ kN}.$$

$$-. \psi = 0.000$$

$$-. C_1 = 1.285$$

$$-. M_{cr} = C_1 \cdot N_{cr} \cdot \text{SQRT} [(C_{wp}/I_{zz}) + (G_s \cdot I_{xx})/N_{cr}] = 170441.62 \text{ kN-mm}.$$

$$-. \lambda_{LT_bar} = \text{SQRT} [W_{ply} \cdot f_y / M_{cr}] = 0.582$$

$$-. \lambda_{LT_bar0} = 0.400$$

$$-. \lambda_{LT_bar} = 0.582 > \lambda_{LT_bar0} = 0.400$$

$$-. M_{Ed}/M_{cr} = 0.066 < \lambda_{LT_bar0}^2 = 0.160$$

If $\lambda_{LT_bar} < \lambda_{LT_bar0}$ or $M_{Ed}/M_{cr} < \lambda_{LT_bar0}^2$,

No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

$$-. \text{In case of } V_{Edz} / V_{pl_Rdz} < 0.5$$

$$-. M_{y_Rd} = M_{c_Rdy} = 55057.14 \text{ kN-mm}.$$

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

$$-. \text{In case of } V_{Edy} / V_{pl_Rdy} < 0.5$$

$$-. M_{z_Rd} = M_{c_Rdz} = 26052.77 \text{ kN-mm}.$$

(). Check general interaction ratio.

[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2

$$N_{Ed} \quad M_{Edy} \quad M_{Edz}$$

$$-. R_{max1} = \dots + \dots + \dots$$

$$N_{Rd} \quad M_{y,Rd} \quad M_{z,Rd}$$

$$= 0.215 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

(). Check interaction ratio of bending and axial force member.

[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2

$$-. n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.010$$

$$-. a = \text{MIN}[(\text{Area}-2b*tf)/\text{Area}, 0.5] = 0.258$$

$$-. \text{Alpha} = 2.000$$

$$-. \text{Beta} = \text{MAX}[5*n, 1.0] = 1.000$$

$$-. N_{Ed} < 0.25*N_{pl,Rd} = 217.10 \text{ kN.}$$

$$-. N_{Ed} < 0.5*hw*tw*fy/\text{Gamma}_{M0} = 89.97 \text{ kN.}$$

Therefore, No allowance for the effect of axial force.

$$-. M_{ny,Rd} = M_{ply,Rd} = 55057.14 \text{ kN-mm.}$$

$$-. R_{maxy} = M_{Edy} / M_{ny,Rd} = 0.206 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-. N_{Ed} < hw*tw*fy/\text{Gamma}_{M0} = 269.91 \text{ kN.}$$

Therefore, No allowance for the effect of axial force.

$$-. M_{nz,Rd} = M_{plz,Rd} = 26052.77 \text{ kN-mm.}$$

$$-. R_{maxz} = M_{Edz} / M_{nz,Rd} = 0.000 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-. R_{max2} = \text{MAX}[R_{maxy}, R_{maxz}] = 0.206 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

(). Check interaction ratio of bending and axial compression member.

[Eurocode3:05 6.3.1, 6.2.9.3 (6.61, 6.62), Annex A]

$$-. N_{Ed} = -8.48 \text{ kN.}$$

$$-. M_{Edy} = 11320.68 \text{ kN-mm.}$$

$$-. M_{Edz} = 0.00 \text{ kN-mm.}$$

$$-. k_{yy} = 1.003$$

$$-. k_{yz} = 0.753$$

$$-. kzy = 0.522$$

$$-. kzz = 1.233$$

$$-. Xiy = 1.000$$

$$-. Xiz = 1.000$$

$$-. XiLT = 1.000$$

$$-. N_{Rk} = A \cdot f_y = 911.80 \text{ kN.}$$

$$-. M_{y_{Rk}} = W_{ply} \cdot f_y = 57810.00 \text{ kN-mm.}$$

$$-. M_{z_{Rk}} = W_{plz} \cdot f_y = 27355.41 \text{ kN-mm.}$$

$$-. N_{Ed} \cdot e_{Ny} = 0.0 \text{ (Not Slender)}$$

$$-. N_{Ed} \cdot e_{Nz} = 0.0 \text{ (Not Slender)}$$

$$N_{Ed} \quad M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny} \quad M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}$$

$$-. R_{max_LT1} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{y_{Rk}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{z_{Rk}}}$$

$$\frac{Xiy \cdot N_{Rk} / \Gamma_{M1}}{N_{Rk}} \quad \frac{XiLT \cdot M_{y_{Rk}} / \Gamma_{M1}}{M_{y_{Rk}}} \quad \frac{Mz_{Rk} / \Gamma_{M1}}{M_{z_{Rk}}}$$

$$= 0.216 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$N_{Ed} \quad M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny} \quad M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}$$

$$-. R_{max_LT2} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{y_{Rk}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{z_{Rk}}}$$

$$\frac{Xiz \cdot N_{Rk} / \Gamma_{M1}}{N_{Rk}} \quad \frac{XiLT \cdot M_{y_{Rk}} / \Gamma_{M1}}{M_{y_{Rk}}} \quad \frac{Mz_{Rk} / \Gamma_{M1}}{M_{z_{Rk}}}$$

$$= 0.117 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-. R_{max} = \text{MAX} [\text{MAX}(R_{max1}, R_{max2}), \text{MAX}(R_{max_LT1}, R_{max_LT2})] = 0.216 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

*. MEMBER NO = 12, ELEMENT TYPE = Beam

*. LOADCOMB NO = 16, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 5

*. UNIT SYSTEM : kN, mm

*. SECTION PROPERTIES : Designation = HEA180

Shape = I - Section. (Rolled)

Depth = 171.000, Top F Width = 180.000, Bot.F Width = 180.000

Web Thick = 6.000, Top F Thick = 9.500, Bot.F Thick = 9.500

Area = 4.53000e+03, Avy = 3.61800e+03, Avz = 1.45200e+03

Ybar = 9.00000e+01, Zbar = 8.55000e+01, Qyb = 2.59018e+04, Qzb = 4.05000e+03

Wely = 2.94000e+05, Welz = 1.03000e+05, Wply = 3.24000e+05, Wplz = 1.55268e+05

Iyy = 2.51000e+07, Izz = 9.25000e+06, Iyz = 0.00000e+00

Iy = 7.45000e+01, iz = 4.52000e+01

J = 1.14513e+05, Cwp = 6.02109e+10

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :

Ly = 3.40000e+03, Lz = 3.40000e+03, Lb = 3.40000e+03

Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

*. MATERIAL PROPERTIES :

Fy = 2.35000e-01, Es = 2.10000e+02, MATERIAL NAME = S235

*. FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :

Axial Force Fxx = -1.22725e+01

Shear Forces Fyy = 0.00000e+00, Fzz = -4.39646e-05

Bending Moments My = 2.56214e+04, Mz = 0.00000e+00

End Moments Myi = -3.35405e+00, Myj = -3.14195e+00 (for Lb)

Myi = -3.35405e+00, Myj = -3.14195e+00 (for Ly)

Mzi = -5.79411e-03, Mzj = 3.20108e-03 (for Lz)

*. Sign conventions for stress and axial force.

- Stress : Compression positive.

- Axial force: Tension positive.

=====

[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

$$-. e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$$

$$-. b/t = BTR = 7.58$$

$$-. \sigma_1 = 0.082 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. \sigma_2 = 0.082 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. BTR < 9 * e \text{ (Class 1 : Plastic).}$$

=====

[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of compression outstand flanges.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

$$-. e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$$

$$-. b/t = BTR = 7.58$$

$$-. \sigma_1 = 0.082 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. \sigma_2 = 0.082 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. BTR < 9 * e \text{ (Class 1 : Plastic).}$$

=====

[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of tension outstand flanges.

- Not Checking the Section Classification.

=====
 [[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
 =====

(). Determine classification of tension outstand flanges.

- Not Checking the Section Classification.

=====
 [[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
 =====

(). Determine classification of bending and compression Internal Parts.

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 1 of 3), EN 1993-1-5]

- $e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$

- $d/t = HTR = 20.33$

- $\sigma_1 = 0.059 \text{ kN/mm}^2$.

- $\sigma_2 = -0.054 \text{ kN/mm}^2$.

- $\Psi = [2 \cdot (N_{sd}/A) \cdot (1/f_y)] - 1 = -0.977$

- $\alpha = 0.536 > 0.5$

- $HTR < 396 \cdot e / (13 \cdot \alpha - 1)$ (Class 1 : Plastic).

=====
 [[[*]]] APPLIED FACTORS.
 =====

(). Calculate equivalent uniform moment factors (C_{my}, C_{mz}, C_{mLT}).

[Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]

- $C_{my,0} = 1.000$

- $C_{mz,0} = 0.993$

$$-. \text{Esp}_y = (M_{\text{Edy}}/N_{\text{Ed}}) * (A/W_{\text{ely}}) = 32.168$$

$$-. a_{LT} = \max [1 - l_{xx}/l_{yy}, 0] = 0.995$$

$$-. C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) * (\sqrt{\text{Esp}_y} * a_{LT}) / (1 + \sqrt{\text{Esp}_y} * a_{LT}) = 1.000$$

$$-. C_{mz} = C_{mz,0} = 0.993$$

$$-. C_{mLT} \text{ (Default or User Defined Value)} = 1.000$$

(). Partial Factors (Gamma_Mi).

[Eurocode3:05 6.1]

$$-. \text{Gamma}_{M0} = 1.05$$

$$-. \text{Gamma}_{M1} = 1.05$$

$$-. \text{Gamma}_{M2} = 1.25$$

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

(). Check slenderness ratio of axial compression member (Kl/i).

$$-. Kl/i = 75.2 < 200.0 \text{ ---> O.K.}$$

(). Calculate axial compressive resistance (Nc_Rd).

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.4]

$$-. N_{c_Rd} = f_y * \text{Area} / \text{Gamma}_{M0} = 1013.86 \text{ kN.}$$

(). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nc_Rd).

$$N_{\text{Ed}} \quad 12.27$$

$$-, \text{-----} = \text{-----} = 0.012 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$N_{c_Rd} \quad 1013.86$$

(). Calculate buckling resistance of compression member (Nb_Rdy, Nb_Rdz).

[Eurocode3:05 6.3.1.1, 6.3.1.2]

$$-. \text{Beta}_A = A_{\text{eff}} / \text{Area} = 1.000$$

$$-. \text{Lambda}1 = \text{Pi} * \text{SQRT}(E_s/f_y) = 93.913$$

$$-. \lambda_{by} = \left\{ \frac{K_y \cdot L_y / i_y}{\lambda_{da1}} \right\} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0.486$$

$$-. N_{cry} = \frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_{yy}}{(K_y \cdot L_y)^2} = 4500.23 \text{ kN.}$$

-. $\lambda_{by} < 0.2$ or $N_{Ed}/N_{cry} < 0.04$ --> No need to check.

$$-. \lambda_{bz} = \left\{ \frac{K_z \cdot L_z / i_z}{\lambda_{da1}} \right\} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0.801$$

$$-. N_{crz} = \frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_{zz}}{(K_z \cdot L_z)^2} = 1658.45 \text{ kN.}$$

-. $\lambda_{bz} < 0.2$ or $N_{Ed}/N_{crz} < 0.04$ --> No need to check.

=====
 [[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.
 =====

(). Calculate shear area.

[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]

$$-. \eta = 1.2 \text{ (} F_y < 460 \text{ MPa.)}$$

$$-. r = 15.0000 \text{ mm.}$$

$$-. A_{vy} = \text{Area} - h_w \cdot t_w = 3618.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. A_{vz1} = \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1094.4000 \text{ mm}^2.$$

$$-. A_{vz2} = \text{Area} - 2 \cdot B \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 1452.0000 \text{ mm}^2.$$

$$-. A_{vz} = \text{MAX}[A_{vz1}, A_{vz2}] = 1452.0000 \text{ mm}^2.$$

(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (V_{pl_Rdz}).

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]

$$-. V_{pl_Rdz} = \left[\frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3}} \right] / \Gamma_{M0} = 187.62 \text{ kN.}$$

(). Shear Buckling Check.

[Eurocode3:05 6.2.6]

-. $HTR < 72 \cdot e / \eta$ --> No need to check!

(). Check ratio of shear resistance (V_{Edz}/V_{pl_Rdz}).

(LCB = 16, POS = 1)

$$-. \text{Applied shear force : } V_{Edz} = 30.15 \text{ kN.}$$



V_Edz 30.15

-. ----- = ----- = 0.161 < 1.000 ----> O.K.

Vpl_Rdz 187.62

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.
=====

(). Calculate plastic resistance moment about major axis.

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]

-. Wply = 324000.0000 mm³.

-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 = 72514.29 kN-mm.

(). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).

M_Edy 25621.42

-. ----- = ----- = 0.353 < 1.000 ----> O.K.

Mc_Rdy 72514.29

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
=====

(). Calculate plastic resistance moment about minor axis.

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]

-. Wplz = 155268.0000 mm³.

-. Mc_Rdz = Wplz * fy / Gamma_M0 = 34750.46 kN-mm.

(). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).

M_Edz 0.00

-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ----> O.K.

Mc_Rdz 34750.46

=====
 [[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
 =====

 (). Calculate lateral-torsional buckling resistance ($M_{b,Rd}$).

[Eurocode3:05 6.1, 6.3.2]

$$-. \text{Por} = 0.300$$

$$-. G_s = E_s / [2 \cdot (1 + \text{Por})] = 80.769 \text{ kN/mm}^2.$$

$$-. N_{cr} = \pi^2 \cdot E_s \cdot I_{zz} / L_u^2 = 1658.45 \text{ kN}.$$

$$-. \psi = 0.000$$

$$-. C_1 = 1.285$$

$$-. M_{cr} = C_1 \cdot N_{cr} \cdot \text{SQRT} [(C_{wp}/I_{zz}) + (G_s \cdot I_{xx})/N_{cr}] = 234288.94 \text{ kN-mm}.$$

$$-. \lambda_{LT_bar} = \text{SQRT} [W_{ply} \cdot f_y / M_{cr}] = 0.570$$

$$-. \lambda_{LT_bar0} = 0.400$$

$$-. \lambda_{LT_bar} = 0.570 > \lambda_{LT_bar0} = 0.400$$

$$-. M_{Ed}/M_{cr} = 0.109 < \lambda_{LT_bar0}^2 = 0.160$$

 If $\lambda_{LT_bar} < \lambda_{LT_bar0}$ or $M_{Ed}/M_{cr} < \lambda_{LT_bar0}^2$,

No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

 =====
 [[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
 =====

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

$$-. \text{In case of } V_{Edz} / V_{pl_Rdz} < 0.5$$

$$-. M_{y_Rd} = M_{c_Rdy} = 72514.29 \text{ kN-mm}.$$

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

-. In case of $V_{Edy} / V_{pl_Rdy} < 0.5$

-. $M_{z_Rd} = M_{c_Rdz} = 34750.46 \text{ kN-mm}$.

(). Check general interaction ratio.

[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2

$$\begin{aligned}
 & N_{Ed} \quad M_{Edy} \quad M_{Edz} \\
 \text{-. } R_{max1} &= \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Edy}}{M_{y_Rd}} + \frac{M_{Edz}}{M_{z_Rd}} \\
 &= 0.365 < 1.000 \text{ ---> O.K.}
 \end{aligned}$$

(). Check interaction ratio of bending and axial force member.

[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2

-. $n = N_{Ed} / N_{pl_Rd} = 0.012$

-. $a = \text{MIN}[(Area - 2b \cdot tf) / Area, 0.5] = 0.245$

-. $\alpha = 2.000$

-. $\beta = \text{MAX}[5 \cdot n, 1.0] = 1.000$

-. $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl_Rd} = 253.46 \text{ kN}$.

-. $N_{Ed} < 0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y / \gamma_{M0} = 102.06 \text{ kN}$.

Therefore, No allowance for the effect of axial force.

-. $M_{ny_Rd} = M_{ply_Rd} = 72514.29 \text{ kN-mm}$.

-. $R_{maxy} = M_{Edy} / M_{ny_Rd} = 0.353 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$

-. $N_{Ed} < h_w \cdot t_w \cdot f_y / \gamma_{M0} = 323.18 \text{ kN}$.

Therefore, No allowance for the effect of axial force.

-. $M_{nz_Rd} = M_{plz_Rd} = 34750.46 \text{ kN-mm}$.

-. $R_{maxz} = M_{Edz} / M_{nz_Rd} = 0.000 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$

-. $R_{max2} = \text{MAX}[R_{maxy}, R_{maxz}] = 0.353 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$

(). Check interaction ratio of bending and axial compression member.

[Eurocode3:05 6.3.1, 6.2.9.3 (6.61, 6.62), Annex A]

-. $N_{Ed} = -12.27 \text{ kN}$.

$$-. M_{Edy} = 25621.42 \text{ kN-mm.}$$

$$-. M_{Edz} = 0.00 \text{ kN-mm.}$$

$$-. k_{yy} = 1.003$$

$$-. k_{yz} = 0.805$$

$$-. k_{zy} = 0.518$$

$$-. k_{zz} = 1.507$$

$$-. X_{iy} = 1.000$$

$$-. X_{iz} = 1.000$$

$$-. X_{iLT} = 1.000$$

$$-. N_{Rk} = A \cdot f_y = 1064.55 \text{ kN.}$$

$$-. M_{yRk} = W_{ply} \cdot f_y = 76140.00 \text{ kN-mm.}$$

$$-. M_{zRk} = W_{plz} \cdot f_y = 36487.98 \text{ kN-mm.}$$

$$-. N_{Ed} \cdot e_{Ny} = 0.0 \text{ (Not Slender)}$$

$$-. N_{Ed} \cdot e_{Nz} = 0.0 \text{ (Not Slender)}$$

$$N_{Ed} \quad M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny} \quad M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}$$

$$-. R_{max_LT1} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{yRk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{zRk}}$$

$$= \frac{X_{iy} \cdot N_{Rk} / \Gamma_{M1}}{N_{Rk}} + X_{iLT} \cdot \frac{M_{yRk}}{\Gamma_{M1}} + \frac{M_{zRk}}{\Gamma_{M1}}$$

$$= 0.366 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$N_{Ed} \quad M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny} \quad M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}$$

$$-. R_{max_LT2} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{yRk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{zRk}}$$

$$= \frac{X_{iz} \cdot N_{Rk} / \Gamma_{M1}}{N_{Rk}} + X_{iLT} \cdot \frac{M_{yRk}}{\Gamma_{M1}} + \frac{M_{zRk}}{\Gamma_{M1}}$$

$$= 0.195 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-. R_{max} = \text{MAX}[\text{MAX}(R_{max1}, R_{max2}), \text{MAX}(R_{max_LT1}, R_{max_LT2})] = 0.366 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

*. MEMBER NO = 137, ELEMENT TYPE = Beam

*. LOADCOMB NO = 25, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 8

*. UNIT SYSTEM : kN, m

*. SECTION PROPERTIES: Designation = 2L80x8

Shape = 2L - Section. (Built-up)

Depth = 0.080, Flg Width = 0.080, BTB Spacing = 0.010

Web Thick = 0.008, Flg Thick = 0.008

Area = 2.43200e-03, Avy = 1.28000e-03, Avz = 1.28000e-03

Ybar = 8.50000e-02, Zbar = 5.70526e-02, Qyb = 1.62750e-03, Qzb = 3.20000e-03

Wely = 2.58462e-05, Welz = 3.96956e-05, Wply = 4.65664e-05, Wplz = 6.79680e-05

Iyy = 1.47460e-06, Izz = 3.37412e-06, Iyz = 0.00000e+00

Iy = 2.46238e-02, iz = 3.72476e-02

J = 5.18827e-08, Cwp = 2.31033e-11

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :

Ly = 4.31074e+00, Lz = 4.31074e+00, Lb = 4.31074e+00

Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

*. MATERIAL PROPERTIES :

Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

*. FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :

Axial Force Fxx = -4.14468e+01

Shear Forces Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00

Bending Moments My = 3.42947e-01, Mz = 6.80734e-06

End Moments Myi = -4.48731e-05, Myj = -4.34638e-05 (for Lb)

Myi = -4.48731e-05, Myj = -4.34638e-05 (for Ly)

Mzi = 7.17370e-06, Mzj = 5.88168e-06 (for Lz)

*. Sign conventions for stress and axial force.



- Stress : Compression positive.

- Axial force: Tension positive.

=====

[[[*]]] CLASSIFY LEFT FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of compression flanges(Double angle).

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 3 of 3), EN 1993-1-5]

- $e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$

- $b/t = BTR = 9.00$

- $\sigma_1 = 24406.942 \text{ KPa}$.

- $\sigma_2 = 24406.848 \text{ KPa}$.

- $BTR < 9 * e$ (Class 1 : Plastic).

=====

[[[*]]] CLASSIFY RIGHT FLANGE OF SECTION (BTR).

=====

(). Determine classification of compression flanges(Double angle).

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 3 of 3), EN 1993-1-5]

- $e = \sqrt{235/f_y} = 1.00$

- $b/t = BTR = 9.00$

- $\sigma_1 = 24407.048 \text{ KPa}$.

- $\sigma_2 = 24406.954 \text{ KPa}$.

- $BTR < 9 * e$ (Class 1 : Plastic).

=====

[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).

=====

(). Determine classification of bending and compression elements(Double angle).

[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]

- $e = \text{SQRT}(235/f_y) = 1.00$

- $d/t = \text{HTR} = 10.00$

- $\sigma_1 = 21839.430 \text{ KPa}$

- $\sigma_2 = -1268.097 \text{ KPa}$

- $\text{Psi} = \sigma_2 / \sigma_1 = -0.058$

- $\text{Alpha} = 0.021$

- $\text{HTR} < 9 * e / (\text{Alpha})^{1.5}$ (Class 1 : Plastic).

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

(). Calculate equivalent uniform moment factors (C_{my}, C_{mz}, C_{mLT}).

[Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]

- $C_{my,0} = 0.953$

- $C_{mz,0} = 0.890$

- $\text{Esp}_y = (M_{\text{Edy}}/N_{\text{Ed}}) * (A/W_{\text{ely}}) = 0.779$

- $a_{LT} = \max [1 - l_{xx}/l_{yy}, 0] = 0.965$

- $C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) * (\text{sqrt}(\text{Esp}_y) * a_{LT}) / (1 + \text{sqrt}(\text{Esp}_y) * a_{LT}) = 0.974$

- $C_{mz} = C_{mz,0} = 0.890$

- C_{mLT} (Default or User Defined Value) = 1.000

(). Partial Factors (Gamma_{Mi}).

[Eurocode3:05 6.1]

- $\text{Gamma}_{M0} = 1.05$

- $\text{Gamma}_{M1} = 1.05$

- $\text{Gamma}_{M2} = 1.25$

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

(). Check slenderness ratio of axial compression member (Kl/i).

$$-. Kl/i = 175.1 < 200.0 \rightarrow \text{O.K.}$$

(). Calculate axial compressive resistance ($N_{c,Rd}$).

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.4]

$$-. N_{c,Rd} = f_y * Area / \Gamma_{M0} = 544.30 \text{ kN.}$$

(). Check ratio of axial resistance ($N_{Ed}/N_{c,Rd}$).

$$N_{Ed} \quad 41.45$$

$$-. \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{41.45}{544.30} = 0.076 < 1.000 \rightarrow \text{O.K.}$$

$$N_{c,Rd} \quad 544.30$$

(). Calculate buckling resistance of compression member ($N_{b,Rdy}$, $N_{b,Rdz}$).

[Eurocode3:05 6.3.1.1, 6.3.1.2]

$$-. \beta_A = A_{eff} / Area = 1.000$$

$$-. \lambda_1 = \pi * \sqrt{E_s/f_y} = 93.913$$

$$-. \lambda_{by} = \{(K_y * L_y / i_y) / \lambda_1\} * \sqrt{\beta_A} = 1.864$$

$$-. N_{cry} = \pi^2 * E_s * I_{yy} / (K_y * L_y)^2 = 164.47 \text{ kN.}$$

-. $\lambda_{by} > 0.2$ and $N_{Ed}/N_{cry} > 0.04 \rightarrow$ Need to check.

$$-. \alpha_{phay} = 0.490$$

$$-. \phi_{hy} = 0.5 * [1 + \alpha_{phay} * (\lambda_{by} - 0.2) + \lambda_{by}^2] = 2.645$$

$$-. \chi_y = \text{MIN} [1 / [\phi_{hy} + \sqrt{\phi_{hy}^2 - \lambda_{by}^2}], 1.0] = 0.221$$

$$-. N_{b,Rdy} = \chi_y * \beta_A * Area * f_y / \Gamma_{M1} = 120.37 \text{ kN.}$$

$$-. \lambda_{bz} = \{(K_z * L_z / i_z) / \lambda_1\} * \sqrt{\beta_A} = 1.232$$

$$-. N_{crz} = \pi^2 * E_s * I_{zz} / (K_z * L_z)^2 = 376.34 \text{ kN.}$$

-. $\lambda_{bz} > 0.2$ and $N_{Ed}/N_{crz} > 0.04 \rightarrow$ Need to check.

$$-. \alpha_{phaz} = 0.490$$

$$-. \phi_{hz} = 0.5 * [1 + \alpha_{phaz} * (\lambda_{bz} - 0.2) + \lambda_{bz}^2] = 1.512$$

$$-. \chi_z = \text{MIN} [1 / [\phi_{hz} + \sqrt{\phi_{hz}^2 - \lambda_{bz}^2}], 1.0] = 0.419$$

$$-. N_{b,Rdz} = \chi_z * \beta_A * Area * f_y / \Gamma_{M1} = 227.86 \text{ kN.}$$

(). Check ratio of buckling resistance ($N_{Ed}/N_{b,Rd}$).

$$-. N_{b,Rd} = \text{MIN}[N_{b,Rdy}, N_{b,Rdz}] = 120.37 \text{ kN.}$$

$$N_{Ed} \quad 41.45$$

$$-. \dots = \dots = 0.344 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$N_{b,Rd} \quad 120.37$$

=====

[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.

=====

(). Calculate shear area.

[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]

$$-. A_{vy} = 2 * B * t_f = 0.0013 \text{ m}^2.$$

$$-. A_{vz} = 2 * h * t_w = 0.0013 \text{ m}^2.$$

(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction ($V_{pl,Rdz}$).

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]

$$-. V_{pl,Rdz} = [A_{vz} * f_y / \text{SQRT}(3)] / \text{Gamma}_{M0} = 165.40 \text{ kN.}$$

(). Shear Buckling Check.

[Eurocode3:05 6.2.6]

$$-. HTR < 72 * e / \text{Eta} \text{ ---> No need to check!}$$

(). Check ratio of shear resistance ($V_{Edz}/V_{pl,Rdz}$).

(LCB = 23, POS = J)

$$-. \text{Applied shear force : } V_{Edz} = 0.41 \text{ kN.}$$

$$V_{Edz} \quad 0.41$$

$$-. \dots = \dots = 0.003 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$V_{pl,Rdz} \quad 165.40$$

=====

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.

=====

(). Calculate plastic resistance moment about major axis.

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]

$$-. Wply = 4.6566e-05 \text{ m}^3.$$

$$-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 = 10.42 \text{ kN-m.}$$

(). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).

$$M_Edy \quad 0.34$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 0.033 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$Mc_Rdy \quad 10.42$$

=====

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.

=====

(). Calculate plastic resistance moment about minor axis.

[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]

$$-. Wplz = 6.7968e-05 \text{ m}^3.$$

$$-. Mc_Rdz = Wplz * fy / Gamma_M0 = 15.21 \text{ kN-m.}$$

(). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).

$$M_Edz \quad 6.81e-06$$

$$-. \text{-----} = \text{-----} = 4.475e-07 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$Mc_Rdz \quad 15.21$$

=====

[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.

=====

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

- In case of $V_{Edz} / V_{pl_Rdz} < 0.5$

- $M_{y_Rd} = M_{c_Rdy} = 10.42 \text{ kN-m.}$

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.

[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]

- In case of $V_{Edy} / V_{pl_Rdy} < 0.5$

- $M_{z_Rd} = M_{c_Rdz} = 15.21 \text{ kN-m.}$

(). Check general interaction ratio.

[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2

$N_{Ed} \quad M_{Edy} \quad M_{Edz}$

- $R_{max1} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Edy}}{M_{y_Rd}} + \frac{M_{Edz}}{M_{z_Rd}}$

$N_{Rd} \quad M_{y_Rd} \quad M_{z_Rd}$

$= 0.109 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$

(). Check interaction ratio of bending and axial force member.

[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2

- $n = N_{Ed} / N_{pl_Rd} = 0.076$

- $a = \text{MIN}[(\text{Area}-2b*tf)/\text{Area}, 0.5] = 0.500$

- $\text{Alpha} = 2.000$

- $\text{Beta} = \text{MAX}[5*n, 1.0] = 1.000$

- $M_{ny_Rd} = \text{MIN}[M_{ply_Rd}*(1-n)/(1-0.5*a), M_{ply_Rd}] = 10.42 \text{ kN-m.}$

- $R_{maxy} = M_{Edy} / M_{ny_Rd} = 0.033 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$

- In case of $n < a$

- $M_{nz_Rd} = M_{plz_Rd} = 15.21 \text{ kN-m.}$

- $R_{maxz} = M_{Edz} / M_{nz_Rd} = 4.475e-07 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$

$[| M_{Edy} |^{Alpha} + | M_{Edz} |^{Beta}]$

- $R_{max2} = [| M_{Edy} |^{Alpha} + | M_{Edz} |^{Beta}]$

$[| M_{ny_Rd} | + | M_{nz_Rd} |]$

$$= 0.001 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

(). Check interaction ratio of bending and axial compression member.

[Eurocode3:05 6.3.1, 6.2.9.3 (6.61, 6.62), Annex A]

$$-. N_{Ed} = -41.45 \text{ kN.}$$

$$-. M_{Edy} = 0.34 \text{ kN-m.}$$

$$-. M_{Edz} = 6.81e-06 \text{ kN-m.}$$

$$-. k_{yy} = 1.186$$

$$-. k_{yz} = 0.542$$

$$-. k_{zy} = 0.863$$

$$-. k_{zz} = 1.038$$

$$-. X_{iy} = 0.221$$

$$-. X_{iz} = 0.419$$

$$-. X_{iLT} = 1.000$$

$$-. N_{Rk} = A \cdot f_y = 571.52 \text{ kN.}$$

$$-. M_{yRk} = W_{ply} \cdot f_y = 10.94 \text{ kN-m.}$$

$$-. M_{zRk} = W_{plz} \cdot f_y = 15.97 \text{ kN-m.}$$

$$-. N_{Ed} \cdot e_{Ny} = 0.0 \text{ (Not Slender)}$$

$$-. N_{Ed} \cdot e_{Nz} = 0.0 \text{ (Not Slender)}$$

$$-. R_{max_LT1} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{yRk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{zRk}}$$

$$= 0.383 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-. R_{max_LT2} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{yRk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{zRk}}$$

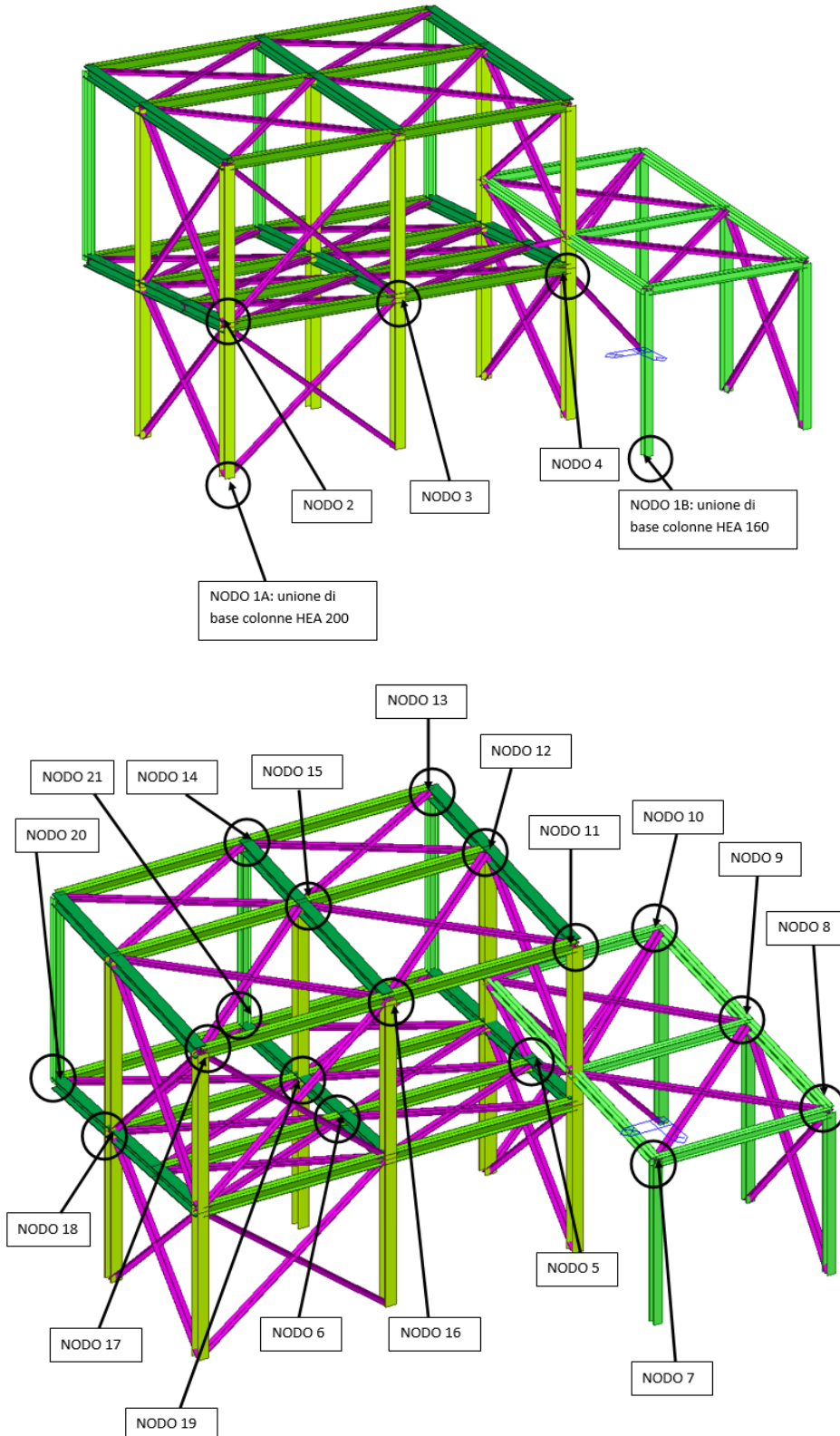
$$= 0.210 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

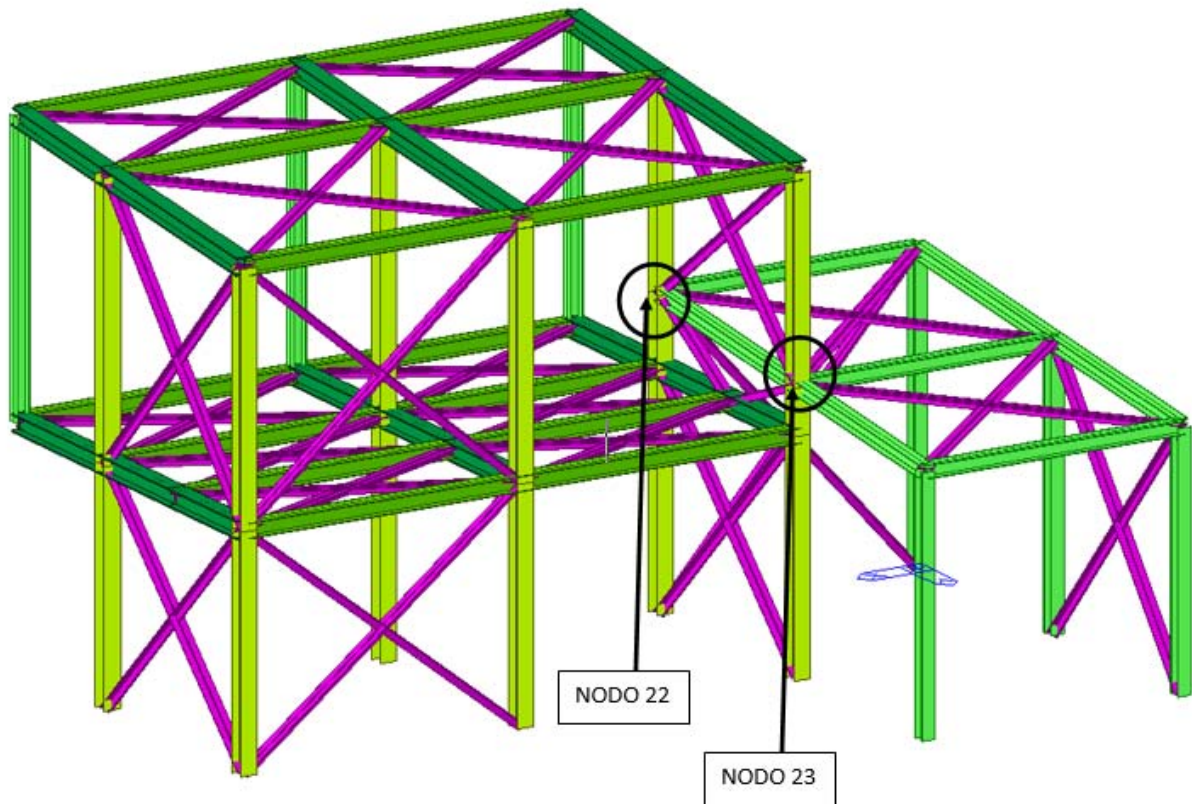
$$-. R_{max} = \text{MAX}[\text{MAX}(R_{max1}, R_{max2}), \text{MAX}(R_{max_LT1}, R_{max_LT2})] = 0.383 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

1.7 Verifiche dei nodi

1.7.1 Schema dei nodi

Nelle immagini seguenti vengono rappresentati gli schemi dei nodi verificati:





1.7.2 Collegamenti controventi 2L 80x8

Profilo			
Materiale		Acciaio	S235
Resistenza a rottura	f_{tk}	360	N/mm ²
Resistenza a snervamento	f_{yk}	235	N/mm ²
Tipo profilo		2L 80x8	
Bulloni			
Classe		8.8	
Tipo		M16	
Resistenza a rottura bulloni	f_{tb}	800	N/mm ²
Resistenza di snervamento bulloni	f_{yb}	640	N/mm ²
Area nucleo di un bullone	A_b	161	mm ²
Numero 3 bulloni disposti su 1 fila			
N.B.: sono ammesse spire all'interno del foro			
Piatto di collegamento			
Materiale		Acciaio	S235
Resistenza a rottura	f_{tk}	360	N/mm ²
Resistenza a snervamento	f_{yk}	235	N/mm ²
Spessore	S_p	12	mm

Sollecitazioni			
Trazione o compressione massima di calcolo nel profilo	N_{Ed}	35.00	kN
Taglio su un bullone su una sezione di taglio	$F_{v,Ed}$	5.83	kN
Resistenza bulloni a taglio			
Coefficiente sicurezza	γ_{M2}	1.25	
Resistenza a taglio di un bullone per ogni sezione di taglio	$F_{v,Rd}$	61.77	kN
Resistenza a rifollamento			
Coefficiente sicurezza	γ_{M2}	1.25	
Spessore di verifica		12.00	mm
Resistenza a rifollamento di progetto	$F_{b,Rd}$	81.56	kN
Verifica unione			
Resistenza complessiva a taglio dell'unione	$F_{v,Rd}$	61.77	> $F_{v,Ed} = 5.83$ kN
Verifica profilo			
Coefficiente sicurezza	γ_{M0}	1.05	
Resistenza plastica della sezione lorda	$N_{pl,Rd}$	550.57	kN
Coefficiente sicurezza	γ_{M2}	1.25	
Resistenza a rottura della sezione netta	$N_{u,Rd}$	567.13	kN
Resistenza di calcolo a trazione	$N_{t,Rd}$	550.57	> $N_{Ed} = 35.00$ kN
Verifica piatto			
Larghezza di verifica	$L_{p,Res}$	115.47	mm
Coefficiente sicurezza	γ_{M0}	1.05	
Resistenza plastica della sezione lorda	$F_{pl,Rd}$	310.12	kN
Coefficiente sicurezza	γ_{M2}	1.25	
Resistenza a rottura della sezione netta	$F_{u,Rd}$	306.28	kN
Resistenza di calcolo a trazione	$F_{t,Rd}$	306.28	> $N_{Ed} = 35.00$ kN

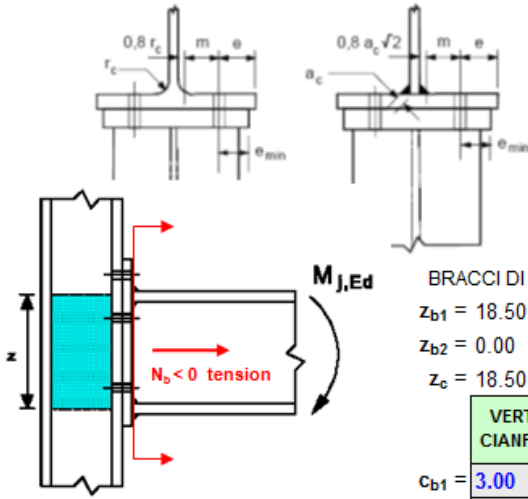
1.7.3 Verifiche connessione Trave HeB200 - Colonna HeA200

GIUNTO A FLANGIA CON BULLONI - STATO LIMITE ULTIMO - EN 1993-1-8 ; DM 14/01/08 e O.P.C.M. n° 3274						
VERIFICA DELLA SALDATURA TRAVE-FLANGIA						
TRAVE :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$ kN/cm ²	$\beta_w = 0.8$	$e = 1.00$
COLONNA :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$ kN/cm ²	$\beta_w = 0.8$	$e = 1.00$
IRRIGIDIMENTI :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$ kN/cm ²	$\beta_w = 0.8$	$e = 1.00$
tipologia nodo	2	nodo non irrigidito		nodo con irrigidimenti trasversali		nodo con piattini di rinforzo anima
coeff. secur. saldat.	1.25					
coeff. secur. mater.	1.05					
TR.DX.	a cordoni d'angolo					
TR.SX.						
IRRIG.	a cordoni d'angolo					
ELEMENTO	ALT. MIN	ALT. MAX	LARGHEZZA	IRRIGIDIMENTI ANIMA COLONNA		TIPO
COLONNA CL. EC3	190	190	200			
TRAVE DI DESTRA	200	200	200			
TRAVE DI SINISTRA						
SALDATURA TRAVE DI DESTRA	1	$l_t = 6.7$	$l_w = 4.2$			
SALDATURA TRAVE DI SINISTRA		$l_t =$	$l_w =$			
SALDATURA IRRIGIDIMENTI	1	$l_t = 6.7$	$l_w =$			

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :



CARATTERISTICHE DEL GIUNTO :

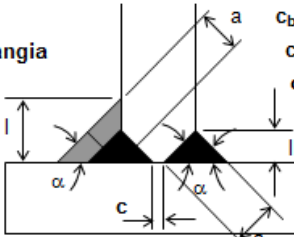


BRACCI DI LEVA
 $z_{b1} = 18.50$ cm
 $z_{b2} = 0.00$ cm
 $z_c = 18.50$ cm

VERTICE CIANFRINO	
c_{b1}	3.00 mm
c_{b2}	3.00 mm
c_s	mm
α	50 °

saldatura trave-flangia

item 4.7.3
 for $2 \cdot a_{nom} \geq t$ and
 for $c \leq t/5$ o 3 mm
 la saldatura è a
 piena penetrazione



	TRAVE DX		TRAVE SX		
$V_{b1,Ed}$	10	kN	$V_{b2,Ed}$		
$M_{b1,Ed}$	0	kNcm	$M_{b2,Ed}$		
$N_{b1,Ed}$	-24	kN	$N_{b2,Ed}$		
	$< 5\% N_{pl,Rd,b1} = 87$ kN		$> 5\% N_{pl,Rd,b2} = 0$ kN		
COLONNA	spessore piattabanda	(t_{fc})	cm	1	
	spessore anima	(t_{wc})	cm	0.65	
	raccordo anima-piattab	(r_c)	cm	1.8	
TRAVE DI DESTRA	spessore piattabanda	(t_{fb1})	cm	1.5	
	spessore anima	(t_{wb1})	cm	0.9	
	raccordo anima-piattab	(r_{b1})	cm	1.8	
TRAVE DI SINISTRA	spessore piattabanda	(t_{fb2})	cm		
	spessore anima	(t_{wb2})	cm		
	raccordo anima-piattab	(r_{b2})	cm		
IRRIGIDIM.	trasversali : spessore	$(t_{sc} \geq t_{fb})$	cm	1.5	
	d'anima : spessore	$(t_{sc} \geq t_{wc})$	cm		
SEZIONI DI GOLA SALDATURE	TRAVE DI DESTRA	piattabande	$(a_{f,b1})$	cm	0.43
		anima	$(a_{w,b1})$	cm	0.27
	TRAVE DI SINISTRA	piattabande	$(a_{f,b2})$	cm	0.00
		anima	$(a_{w,b2})$	cm	0.00
IRRIGIDIM.	trasversali	(a_{sc})	cm	0.43	
	d'anima	(a_{sc})	cm	0.00	
PARAMETRI	giunto di destra	β_1		1.00	
TRASFORM	giunto di sinistra	β_2		0.00	
LARGHEZZA	giunto di destra	$b_{eff,b1}$	cm	19.15	
EFFICACE	giunto di sinistra	$b_{eff,b2}$	cm	0.00	
	$k_{b1} = 0.67$				
	$k_{b2} = 0.00$				

FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELLE PIATTABANDE :	trave di destra	$F_{w,Ed,b1} =$	kN	0
$F_{w,Ed,bi} \leq F_{w,Rd,bi}$	trave di sinistra	$F_{w,Ed,b2} =$	kN	

FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELL'ANIMA :	trave di destra	$V_{w,Ed,b1} =$	kN	10
$V_{w,Ed,bi} \leq V_{w,Rd,bi}$	trave di sinistra	$V_{w,Ed,b2} =$	kN	

RESISTENZA DI PROGETTO DELLA SALDATURA PIATTABANDE :	$N_{b1,Rd} =$ kN	680	$M_{b1,Rd} =$ kNcm	6293
	trave di destra	$F_{w,Rd,b1} =$	kN	340
	trave di sinistra	$F_{w,Rd,b2} =$	kN	
	$N_{b2,Rd} =$ kN		$M_{b2,Rd} =$ kNcm	

RESISTENZA DI PROGETTO DELLA SALDATURA DELL'ANIMA :	trave di destra	$V_{w,Rd,b1} =$	kN	150
$V_{w,Rd,bi} = 2 \cdot f_u / [3]^{0.5} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{w,bi} \cdot h_{w,bi}$ o $2 \cdot f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{w,bi} \cdot h_{w,bi}$	trave di sinistra	$V_{w,Rd,b2} =$	kN	

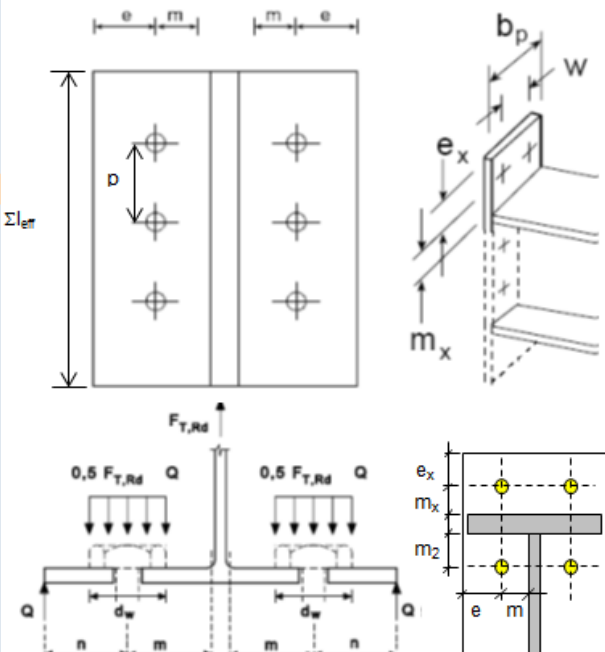
RES. DI PROGETTO DELLA SALDATURA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI :	trave di destra	$F_{w,Rd,s1} =$	kN	267
$F_{w,Rd,si} \geq F_{w,Ed,bi}$	trave di sinistra	$F_{w,Rd,s2} =$	kN	

VERIFICA DEL COLLEGAMENTO BULLONATO (equivalent T- stub flange method - EN 1993-1-8- item 6.2.4)

FLANGIA :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$ kN/cm ²	$\beta_w = 0.8$	$\varepsilon = 1.00$
CONTROPIATTO :	mat. tipo		input materiale	$f_u = 0$ kN/cm ²	$\beta_w = 1$	$\varepsilon = 0.00$
BULLONI :	tipo M	16	8.8	$f_{yb} = 64.0$	$f_{ub} = 80$ kN/cm ²	SEZ. SUL FILETTO : $A_s = 1.57$ cm ²
tipo di giunto	1	giunto con bulloni interni		giunto con bulloni esterni		giunto con bulloni esterni irrigidito
giunto trave-trave ?	N	contropiatto ? N		1		2
nodo terminale ?	N					3
interasse file bulloni	12	cm				
passo min. bull. int.	4.80	cm				
n° file vertic. bulloni	2					
coeff. secur. bulloni	1.25	n° file di bulloni attivi a trazione (<=2)		n° file di bulloni attivi a trazione (2:3)		2 file di bulloni attivi a trazione
coeff. secur. mater.	1.05	n° = 1	d = cm 10.00	n° = 3	d = cm 8.50	distanza d = cm 8.50

VINCOLI DI PROGETTO :

- equidistanza bulloni da piattabanda tesa ($m_{xb} = m_{2b}$)
- numero minimo bulloni / fila interni = 2

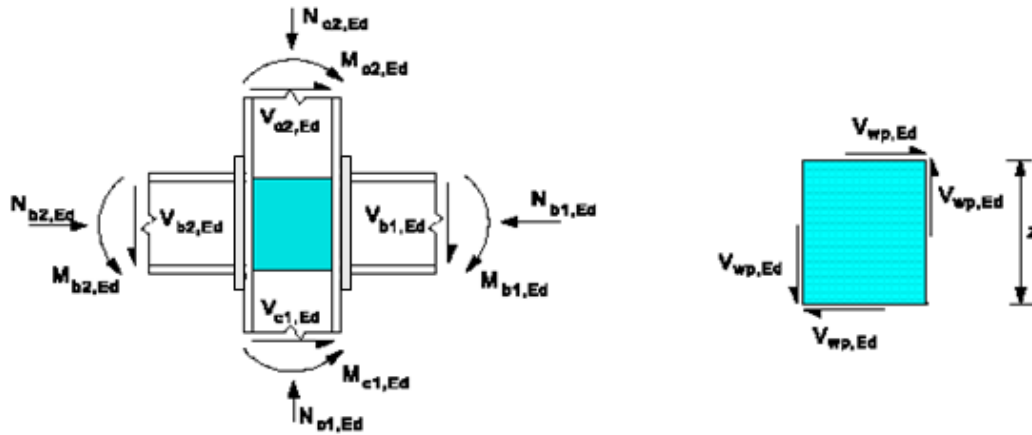


	$\delta = 2$	$M_{pl,Rd,c} =$	kNcm	9600	
COLONNA	distanza bull.-raccordo	(m_c)	cm	4.24	
	distanza bull.-bordo est.	(e_c)	cm	4.00	
	distanza anima-raccor.	(d_c)	cm	1.44	
TRAVE DI DESTRA	larghezza flangia	(l_{rb1})	cm	20	
	distanza bull.-raccordo	(m_{b1})	cm	5.27	
	distanza bull.-raccordo	($m_{xb1}=m_{2b1}$)	cm	3.05	
	distanza bull.-bordo est.	(e_{b1})	cm	4.00	
	distanza bull.-bordo est	($e_{x,b1}$)	cm		
passo bull.	dist. min. bull.-bordo est	($e_{min}=n_{b1}$)	cm	4.00	
10	cm				
10.00	cm	n° max. bull./fila interni	($n_{l,b1}$)	n°	2
		braccio di leva	(z_{b1})	cm	14.34
TRAVE DI SINISTRA	larghezza flangia	(l_{rb2})	cm		
	distanza bull.-raccordo	(m_{b2})	cm	0.00	
	distanza bull.-raccordo	($m_{xb2}=m_{2b2}$)	cm	0.00	
	distanza bull.-bordo est.	(e_{b2})	cm	0.00	
	distanza bull.-bordo est	($e_{x,b2}$)	cm		
passo bull.	dist. min. bull.-bordo est	($e_{min}=n_{b2}$)	cm	0.00	
cm		n° max. bull./fila interni	($n_{l,b2}$)	n°	
cm		braccio di leva	(z_{b2})	cm	0.00
DATI PER CALCOLO LUNGHEZZE EFFICACI	TRAVE DI DESTRA	(α_{b1})	cm	5.85	
	TRAVE DI SINISTRA	(α_{b2})	cm	0.00	
	$\lambda_{1,b1} =$	0.57	$\lambda_{2,b1} =$	0.33	
	$\lambda_{1,b2} =$	0.00	$\lambda_{2,b2} =$	0.00	
BULLONI	diametro rondella	(d_w)	mm	29.6	
SPESSORE FLANGE	TRAVE DI DESTRA	$t_{r,b1}$	mm	12.00	
	TRAVE DI SINISTRA	$t_{r,b2}$	mm		
	CONTROPIATTO	t_{bp}	mm		

$M_{j,Rd,b1} = 1676$ kNcm	$M_{j,Rd,b2} = 0$ kNcm	$\left\{ \begin{array}{l} M_{j,Rd,bi} \geq \delta \cdot M_{pl,Rd,c} \\ M_{j,Rd,bi} \geq M_{pl,Rd,bi} \end{array} \right.$	GIUNTO A PARZIALE RESISTENZA	$M_{pl,Rd,b1} =$ kNcm	14368
				$M_{pl,Rd,b2} =$ kNcm	0

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della colonna soggetta a forza di taglio (item 6.2.6.1)



INPUT SOLLECITAZIONI ESTREMITA' COLONNA

PARTE INFERIORE COLONNA		PARTE SUPERIORE COLONNA	
$V_{c1,Ed}$	0 kN	$V_{c2,Ed}$	0 kN
$M_{c1,Ed}$	0 kNcm	$M_{c2,Ed}$	0 kNcm
$N_{c1,Ed}$	65 kN	$N_{c2,Ed}$	21 kN

$V_{wp,Rd} \geq V_{wp,Ed}$

braccio di leva : $z = 14.34$ cm
 $M_{j,Rd} = 3361$ kNcm

FORZA DI TAGLIO AGENTE SUL PANNELLO D'ANIMA NON IRRIGIDITO :			$V_{wp,Ed} =$ kN	0
$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$	$d / t_w = 21$	$< 69 \cdot \epsilon = 69$		

RESISTENZA DI PROGETTO A TAGLIO DEL PANNELLO D'ANIMA :			$V_{wp,Rd} =$ kN	234
---	--	--	------------------	-----

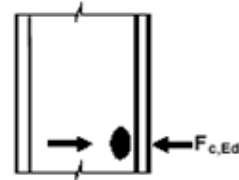
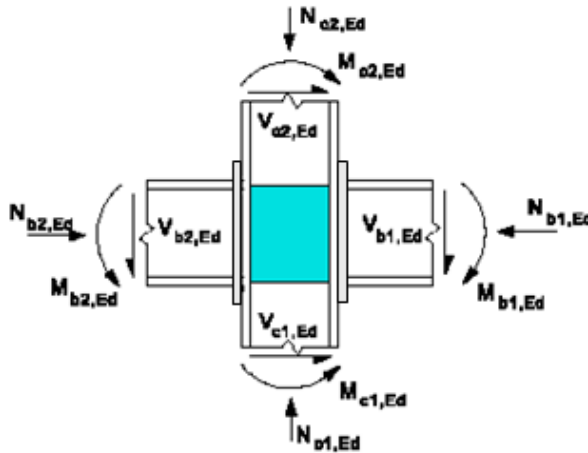
pannello non irrigidito :	$V_{wp,Rd} = 0,9 \cdot A_{vc} \cdot (f_{t,wc} / 3^{0.5}) / \gamma_{MO}$	$V_{wp,Rd} =$ kN	210
$A_{vc} = \max (A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_w)$	$\eta = 1.20$	$A_{vc} = 18.08$ cm ²	

irrigidimenti trasversali :	$V_{wp,Rd} = V_{wp,Rd,(non\ irrig.)} + V_{wp,add,Rd}$	$V_{wp,Rd} =$ kN	234
------------------------------------	---	------------------	-----

$V_{wp,add,Rd} = 4 \cdot M_{pl,tc,Rd} / d_s < (2 \cdot M_{pl,tc,Rd} + 2 \cdot M_{pl,st,Rd}) / d_s$	$V_{wp,add,Rd} =$ kN	24
$M_{pl,tc,Rd} = 112$ kNcm	momento resistente plastico di progetto della piattabanda della colonna	
$M_{pl,st,Rd} = 244$ kNcm	momento resistente plastico di progetto degli irrigidimenti dell'anima	
$d_s = 18.50$ cm	distanza tra gli assi degli irrigidimenti	

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della colonna in compressione trasversale (item 6.2.6.2)



CARATTERISTICHE DELLA COLONNA

- A_c = area della sezione
- W_{wc} = modulo di resistenza di progetto riferito al piede del raccordo anima-piattabanda
- $A_c = 54 \text{ cm}^2$
- $W_{wc} = 429 \text{ cm}^3$ W plastico
- $\sigma_{com,Ed} = 1.207 \text{ kN/cm}^2$

PARTE INFERIORE COLONNA		PARTE SUPERIORE COLONNA	
$V_{c1,Ed} =$	0 kN	$V_{c2,Ed} =$	0 kN
$M_{c1,Ed} =$	0 kNcm	$M_{c2,Ed} =$	0 kNcm
$N_{c1,Ed} =$	65 kN	$N_{c2,Ed} =$	21 kN

$F_{c,wc,Rd} \geq F_{c,wc,Ed}$

$F_{c,wc,Ed.b1} = 0.00 \text{ kN}$

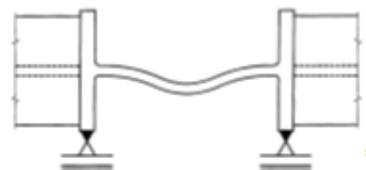
$F_{c,wc,Ed.b2} = 0.00 \text{ kN}$

FORZA DI COMPRESSIONE AGENTE SUL PANNELLO D'ANIMA NON IRRIGIDITO :	$F_{c,wc,Ed} =$ kN	0
$F_{c,wc,Ed} =$ Forza massima trasmessa dalle piattabande delle travi collegate		

RESISTENZA DI PROGETTO A COMPRESSIONE DEL PANNELLO D'ANIMA :	$F_{c,wc,Rd} =$ kN	243
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO	$M_{j,Rd} =$ kNcm	3484

pannello non irrigidito :	$F_{c,wc,Rd} = (\omega \cdot k_{wc} \cdot b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}) / \gamma_{M0}$	$F_{c,wc,Rd} =$ kN	211
con la seguente limitazione	$F_{c,wc,Rd} \leq (\omega \cdot k_{wc} \cdot \rho \cdot b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}) / \gamma_{M1} =$	211 kN	

$\gamma_{M1} = 1.05$ coeff. parziale di sicurezza per l'instabilità
 $b_{eff,c,wc} = t_w + 2 \cdot 2^{0.5} \cdot a_p + 5 \cdot (t_c + s) + s_p$ $b_{eff,c,wc} = 19.11 \text{ cm}$
 $\omega_1 = 0.78726$ } $\omega_{b1} = 0.78726$
 $\omega_2 = 0.53808$ } $\omega_{b2} = 1$ $\omega = 0.78726$
 $k_{wc} = 1$
 $\lambda_p = 0.76754$ $\rho = 0.96338$



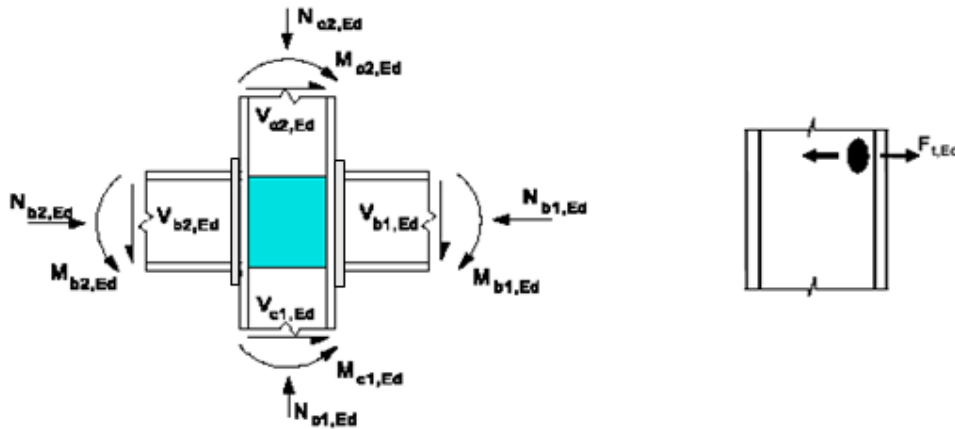
irrigidimenti trasversali :	$F_{c,wc,Rd} = F_{c,wc,Rd}(non \ irrig.) + F_{c,wc,add,Rd}$	$F_{c,wc,Rd} =$ kN	243
$F_{c,wc,add,Rd} = 4 \cdot M_{pl,t,Rd} / d_s < (2 \cdot M_{pl,t,Rd} + 2 \cdot M_{pl,st,Rd}) / d_s$	$F_{c,wc,add,Rd} =$ kN		24

3023

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della colonna in trazione trasversale

(item 6.2.6.3)



PARTE INFERIORE COLONNA		PARTE SUPERIORE COLONNA	
$V_{c1,Ed}$	= 0 kN	$V_{c2,Ed}$	= 0 kN
$M_{c1,Ed}$	= 0 kNcm	$M_{c2,Ed}$	= 0 kNcm
$N_{c1,Ed}$	= 65 kN	$N_{c2,Ed}$	= 21 kN

$$F_{t,wc,Rd} \geq F_{t,wc,Ed}$$

$$F_{t,wc,Ed,b1} = 0.00 \text{ kN}$$

$$F_{t,wc,Ed,b2} = 0.00 \text{ kN}$$

FORZA DI TRAZIONE AGENTE SUL PANNELLO D'ANIMA NON IRRIGIDITO :	$F_{t,wc,Ed} =$ kN	0
$F_{t,wc,Ed}$ = Forza massima trasmessa dalle piattabande delle travi collegate		

RESISTENZA DI PROGETTO A TRAZIONE DEL PANNELLO D'ANIMA :	$F_{t,wc,Rd} =$ kN	281
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO	$M_{j,Rd} =$ kNcm	3922

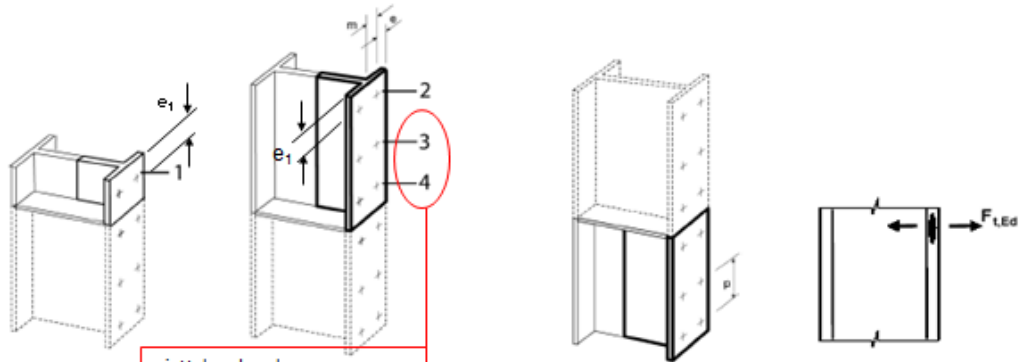
pannello non irrigidito :	$F_{t,wc,Rd} = (\omega \cdot D_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{t,wc}) / \gamma_{M0}$	$F_{t,wc,Rd} =$ kN	257
----------------------------------	---	--------------------	-----

$\gamma_{M0} = 1.05$ coefficiente parziale di sicurezza	per una sola fila di bulloni :	
$b_{eff,t,wc} = \sum l_{eff} =$ largh. efficace piattab. $b_{eff,t,wc} =$ cm 25.68	$b_{eff,t,wc,1} = 21.94$ cm	$F_{t,wc,Rd,1} = 20$
$\omega_1 = 0.68884$ } $\omega_{b1} = 0.68884$	$\omega = 0.74356$	
$\omega_2 = 0.42914$ } $\omega_{b2} = 1$	$\omega = 0.68884$	
	$b_{eff,t,wc,e} = 21.94$ cm	$F_{t,wc,Rd,e} = 237$
	$\omega = 0.74356$	$M_{j,Rd} = 3618$

irrigidimenti trasversali :	$F_{t,wc,Rd} = F_{t,wc,Rd,(non\ irrig.)} + F_{t,wc,add,Rd}$	$F_{t,wc,Rd} =$ kN	281
$F_{t,wc,add,Rd} = 4 \cdot M_{pl,t,Rd} / d_s < (2 \cdot M_{pl,t,Rd} + 2 \cdot M_{pl,st,Rd}) / d_s$	$F_{t,wc,add,Rd} =$ kN		24

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

piattabanda della colonna soggetta a flessione (item 6.2.6.4)



piattabanda colonna compresa sempre tra 2 irrigidimenti se richiesti (file di bulloni 3 e 4)
column flange always included between 2 stiffeners if required (bolt-rows 3 and 4)

$F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$

$\lambda_{1,c} = 0.514268$

$\lambda_{2,c} = 0.370807$

$F_{t,Ed} = \text{kN}$

$n_{b,t,stub} =$

	Trave di Destra		Trave di Sinistra	
	fila singola	gruppo file	fila singola	gruppo file
$F_{t,Ed} = \text{kN}$	12.00	0.84	0.00	0.00
$n_{b,t,stub} =$	2	2	0	0

FORZA MASSIMA AGENTE SULLA PIATTABANDA NON IRRIGIDITA :	$F_{t,Ed} = \text{kN}$	12
$F_{t,Ed} =$ Forza massima sulle file di bulloni reagenti		

RESISTENZA DI PROGETTO DELLA PIATTABANDA DELLA COLONNA :	$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$	123
anima colonna non irrigidita : $F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$	$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$	116

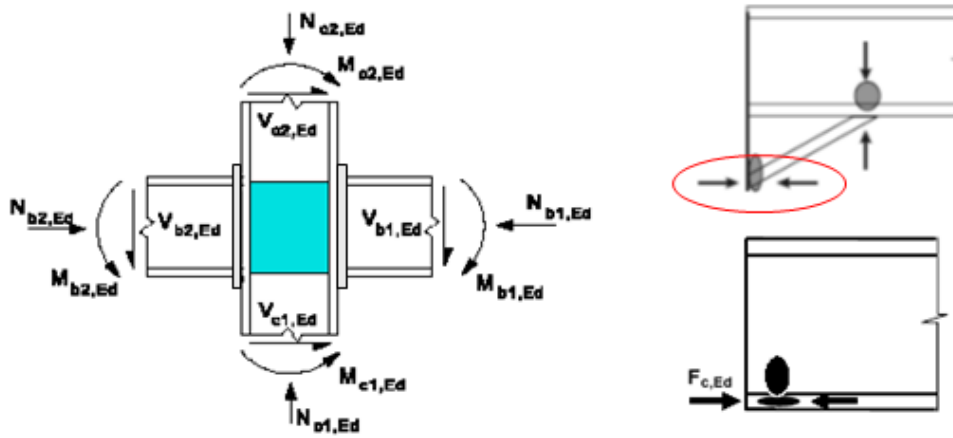
resistenza singola fila		limite : kN	234.47	limite : kN	0.00		
Tr. Destra	Tr. Sinistra	Trave di Destra		Trave di Sinistra			
modo 1	modo 2	fila singola	gruppo file	fila singola	gruppo file		
estremi	115.95	0.00	115.95	80.43	0.00	0.00	metodo base - collasso flangia
interni	-35.51	0.00	134.84	93.54	0.00	0.00	metodo altern. - collasso flangia
interni	0.00	0.00	117.57	108.44	0.00	0.00	collasso flangia e rottura bulloni
$l_{tr,f}$	21.94	0.00	180.67	180.67	0.00	0.00	rottura bulloni
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO			1501 kNcm		0 kNcm		$M_{j,Rd} = 1501$

anima colonna irrigidita : $F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$	$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$	123
--	--------------------------	------------

resistenza singola fila		Trave di Destra		Trave di Sinistra			
Tr. Destra	Tr. Sinistra	fila singola	gruppo file	fila singola	gruppo file		
estremi	122.65	0.00	135.69	100.17	0.00	0.00	metodo base - collasso flangia
interni	122.65	0.00	157.79	116.49	0.00	0.00	metodo altern. - collasso flangia
interni	-9.13	0.00	122.65	113.51	0.00	0.00	collasso flangia e rottura bulloni
$l_{tr,f}$	21.94	0.00	180.67	180.67	0.00	0.00	rottura bulloni
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO			1597 kNcm		0 kNcm		$M_{j,Rd} = 1597$

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima e piattabanda delle travi in compressione (item 6.2.6.7)



CERNIERA PLASTICA ? (Y,N) **trave di destra :**

N

 $F_{c.Rd.bi} \geq F_{c.Ed.bi}$
trave di sinistra :

N

FORZA MASSIMA NELLA ZONA COMPRESSA :	trave di destra : $F_{c.Ed.b1} =$ kN	0
	trave di sinistra : $F_{c.Ed.b2} =$ kN	0

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA COMPRESSA :	trave di destra : $F_{c.Rd.b1} =$ kN	777
$F_{c.Rd.bi} = M_{c.Rd.bi} / (h_i - t_{fb}) :$	trave di sinistra : $F_{c.Rd.b2} =$ kN	0

$M_{c.V.Rd.bi} = [W_{pl} - \rho \cdot A_w^2 / 4 \cdot t_w] \cdot f_y / \gamma_{MO} \leq M_{c.Rd.bi} = W_{pl,bi} \cdot f_{y,bi} / \gamma_{MO}$	trave di dx. : kNcm	14368
	trave si sx. : kNcm	0
$\rho_{bi} = [2 \cdot V_{bi,Ed} / V_{pl,Rd,bi} - 1]^2$	trave di dx. : kN	0.000
	trave si sx. : kN	0.000
$V_{pl,Rd,bi} = A_{v,bi} \cdot (f_{y,bi} / 3^{0.5}) / \gamma_{MO}$	trave di dx. : kN	321
	trave si sx. : kN	0
altezza trave di destra < 600 mm - item 6.2.6.7(1) $\alpha_d = 1.00$		
altezza trave di sinistra < 600 mm - item 6.2.6.7(1) $\alpha_s = 1.00$		
$A_{v,bi} = \max [A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_{w,bi}]$ $\eta = 1.00$	trave di dx. : cm2	25
	trave si sx. : cm2	0
$W_{pl,b1} = 642 \text{ cm}^3$ (max h) $W_{pl,b2} = 0 \text{ cm}^3$ (min h)	$M_{pl,Rd,b1} = 14368 \text{ kNcm}$ (max h) $M_{pl,Rd,b2} = 0 \text{ kNcm}$ (min h)	

RESISTENZA DI PROGETTO MINIMA DELLA SALDATURA DEL GIUNTO : (item 6.2.3 (5) EN 1993-1-8)

 coeff. di sic. per analisi del primo ordine (& 5.2.1(3)-EN 1993-1-
 coefficiente di sicurezza a da usarsi in tutti gli altri casi

1.4

1.7

l'ordine

 $\alpha = 1.4$
momento resistente minimo del nodo :
trave di destra :
 $M_{b1,Rd,min} = 1597$ kNcm >

0

 $M_{b1,Rd,min} \geq M_{b1,Ed}$
trave di sinistra :
 $M_{b2,Rd,min} = 0$ kNcm >

0

criterio di sovraresistenza trave-nodo :
trave di destra :
 $M_{b1,Rd} = 1597$ kNcm <

6293

 $\min(M_{pLRd,b1,min}; \alpha \cdot M_{b1,Rd,min}) \leq M_{b1,Rd}$
trave di sinistra :
 $M_{b2,Rd} = 0$ kNcm <

0

MOMENTO RESISTENTE DI PROGETTO DELLA SALDATURA :
 $M_{b1,Rd} =$ kNcm

6293

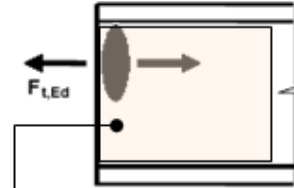
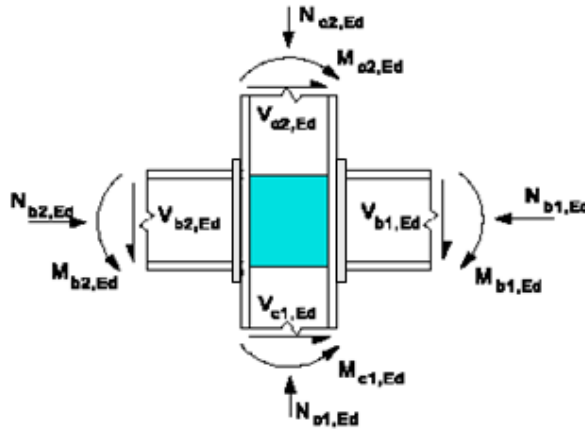
MOMENTO RESISTENTE DI PROGETTO DELLA SALDATURA :
 $M_{b2,Rd} =$ kNcm

0

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima delle travi soggetta a trazione

(item 6.2.6.8)



anima non rinforzata
spessore di prog. anima dx mm 9
spessore di prog. anima sx mm 0

CERNIERA PLASTICA ? (Y,N) **trave di destra :**

N
N

trave di sinistra :

N

$F_{t,Rd,bi} \geq F_{t,Ed,bi}$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA TESA :	trave di destra : $F_{t,Ed,b1} =$ kN	1
	trave di sinistra : $F_{t,Ed,b2} =$ kN	0

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA TESA :	trave di destra : $F_{t,Rd,b1} =$ kN	459
	trave di sinistra : $F_{t,Rd,b2} =$ kN	0

$F_{t,Rd,bi} = b_{eff,t,wbi} \cdot t_{wbi} \cdot f_{y,wbi} / \gamma_{MO}$

MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO $M_{j,Rd} =$ kNcm **6586**

$b_{eff,t,wbi}$ = lunghezza efficace dell'anima tesa : items 6.2.6.8 (2) e 6.2.6.5	trave di destra : 22.81		
	trave di sinistra : 0.00		
	trave di destra : 26.07	$F_{t,Rd,b1} \geq$	0
	trave di sinistra : 0.00	$F_{t,Rd,b2} =$	0
per una sola fila di bulloni interni :	trave di destra : 30.84	$F_{t,Rd,b1} \geq$	459
	trave di sinistra : 0.00	$F_{t,Rd,b2} =$	0

$W_{pl,b1} =$	max h	642	cm ³	$W_{pl,b2} =$	min h	642	cm ³	$M_{pl,Rd,b1} =$	max h	14368	kNcm	$M_{pl,Rd,b2} =$	min h	14368	kNcm
		0	cm ³			0	cm ³			0	kNcm			0	kNcm

RESISTENZA A TAGLIO DEI BULLONI
resistenza globale dei bulloni non tesi e tesi (item 6.2.2 (2))

resistenza a taglio per piano di taglio : $F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ $\alpha_v = 0.6$

	trave dx	trave sx							
numero di bulloni resistenti a taglio :	$n_{b,v} = 2$	0	$n_{b,v} =$ <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">conferma o modifica</th> </tr> <tr> <th>trave dx</th> <th>trave sx</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	conferma o modifica		trave dx	trave sx	2	
conferma o modifica									
trave dx	trave sx								
2									
numero di bulloni attivi a trazione :	$n_{b,t} = 2$	0							
resistenza a taglio per piano di taglio :	$F_{v,Rd} = 60$	0	kN						
resistenza a taglio bulloni non tesi :	$F_{v,Rd,nbv} = 120$	0	kN						
resistenza a taglio ridotta bulloni tesi :	$F_{v,Rd,nbt} = 34$	0	kN						
taglio di progetto sul giunto :	$F_{v,Ed} = 10$	0	kN						
verifica di resistenza a taglio :	0.065	0.000	< 1						

1.7.4 Verifiche connessione Trave HeB200 - Colonna HeA160

GIUNTO A FLANGIA CON BULLONI - STATO LIMITE ULTIMO - EN 1993-1-8 ; DM 14/01/08 e O.P.C.M. n° 3274
VERIFICA DELLA SALDATURA COLONNA-FLANGIA

COLONNA :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$	kN/cm ²	$\beta_w = 0.8$	$\epsilon = 1.00$
TRAVE :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$	kN/cm ²	$\beta_w = 0.8$	$\epsilon = 1.00$
IRRIGIDIMENTI :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$	kN/cm ²	$\beta_w = 0.8$	$\epsilon = 1.00$
tipologia nodo	2	nodo non irrigidito		nodo con irrigidimenti trasversali		nodo con piatti di rinforzo anima	
coeff. secur. saldat.	1.25	1		2		3 + 2	
coeff. secur. mater.	1.05	1		2		3 + 2	
nodo con capacità rotazionale		1		2		3 + 2	
trave con libera deformabilità		1		2		3 + 2	
elementi di telaio a nodi rigidi		1		2		3 + 2	
ELEMENTO	ALT. MIN	ALT. MAX	LARGHEZZA	IRRIGIDIMENTI ANIMA TRAVE		TIPO	
TRAVE :	mm 200	mm 200	mm 200	1		2	
COLONNA :	mm 152	mm 152	mm 160	3		3	
classe colonna	1						
SALDATURA COLONNA-FLANGIA	1	$l_x = 7.0$	$l_w = 6.3$				
cordoni d'angolo							
SALDATURA IRRIGIDIM. TRAVE	1	$l_x = 7.0$	$l_w =$				

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :



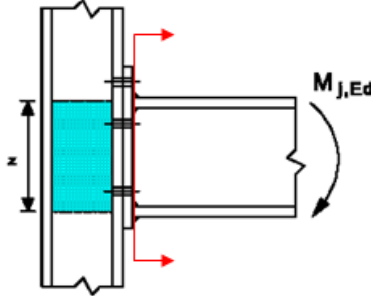
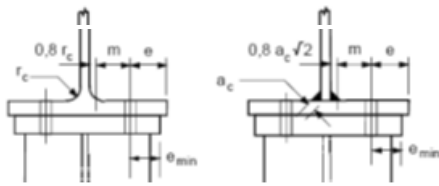
$$V_{c,Ed} = 22 \text{ kN}$$

$$M_{c,Ed} = 0 \text{ kNcm}$$

$$N_{c,Ed} = 15 \text{ kN}$$

$$\rightarrow < 5\% N_{pl,Rd,c} = 43 \text{ kN}$$

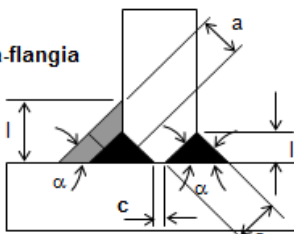
CARATTERISTICHE DEL GIUNTO :



saldatura colonna-flangia

item 4.7.3

for $2 \cdot a_{nom} \geq t$ and
for $c \leq t/5$ or 3 mm
la saldatura è a
piena penetrazione



TRAVE	spessore piattabanda	(t_{fb})	cm	0.9
	spessore anima	(t_{wb})	cm	1.5
	raccordo anima-piattab	(r_b)	cm	1.8
COLONNA	spessore piattabanda	(t_{fc})	cm	0.9
	spessore anima	(t_{wc})	cm	0.6
	raccordo anima-piattab	(r_c)	cm	1.5

BRACCIO DI LEVA		(z_c)	cm	14.30	
IRRIGIDIM. TRAVE	trasversali : spessore	($t_{sb} \geq t_{fc}$)	cm	1.5	
	d'anima : spessore	($t_{sb} \geq t_{wb}$)	cm		
VERTICE CIANFRINO	piattabande colonna	(c_{fc})	cm		
	anima colonna	(c_{wc})	cm		
	irrigidimenti anima	(c_s)	cm		
	inclinazione cianfrino	(α)	deg.	45°	
SEZIONI DI GOLA SALDATURE	COLONNA	piattabande	($a_{f,c}$)	cm	0.49
		anima	($a_{w,c}$)	cm	0.45
	IRRIGIDIM.	trasversali	($a_{s,c}$)	cm	0.49
		d'anima	($a_{s,c}$)	cm	0.00
parametro di trasformazione		β_1		1.00	
$k_c = 1.00$ larghezza efficace piattabanda		$b_{eff,c}$	cm	16.00	

FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELLE PIATTABANDE :	$F_{w,Ed,c} =$	kN	0
$F_{w,Ed,c} \leq F_{w,Rd,c}$			
FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELL'ANIMA :	$V_{w,Ed,c} =$	kN	22
$V_{w,Ed,c} \leq V_{w,Rd,c}$			

RESISTENZA DI PROGETTO DELLA SALDATURA PIATTABANDE :	cordoni d'angolo	$F_{w,Rd,c} =$	kN	329
$F_{w,Rd,c} = 2 \cdot f_u / [3]^{0.5} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{f,c} \cdot b_{eff,c}$ o $2 \cdot f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{f,c} \cdot b_{eff,c}$	$N_{o,Rd} =$ kN 658	$M_{o,Rd} =$ kNcm 4708		

RESISTENZA DI PROGETTO DELLA SALDATURA DELL'ANIMA :	cordoni d'angolo	$V_{w,Rd,c} =$	kN	193
$V_{w,Rd,c} = 2 \cdot f_u / [3]^{0,5} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{w,c} \cdot h_{w,c}$ o $2 \cdot f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{w,c} \cdot h_{w,c}$				

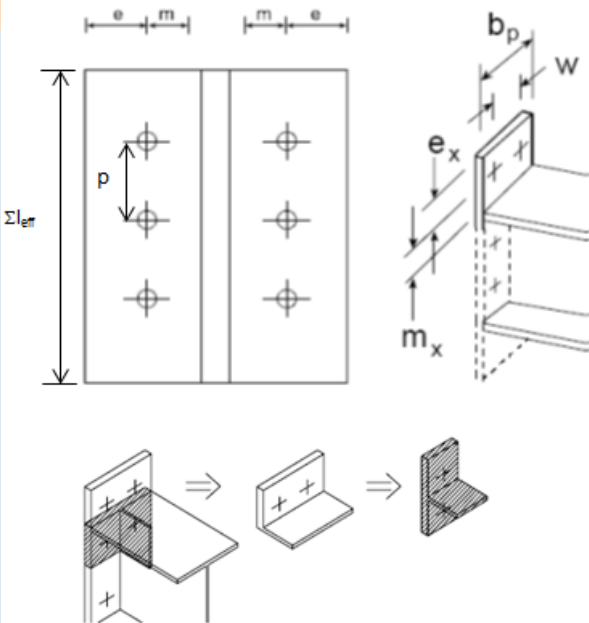
RES. DI PROGETTO DELLA SALDATURA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI :	cordoni d'angolo	$F_{w,Rd,s} =$	kN	224
$F_{w,Rd,s} \geq F_{w,Ed,c}$				

VERIFICA DEL COLLEGAMENTO BULLONATO (equivalent T- stub flange method - EN 1993-1-8- item 6.2.4)

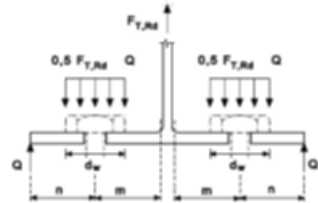
FLANGIA :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y =$	23.5	$f_u =$	36	kN/cm ²	$\beta_w =$	0.8	$\varepsilon =$	1.00
CONTROPIATTO :	mat. tipo		input materiale	0.0	$f_u =$	0	kN/cm ²	$\beta_w =$	1	$\varepsilon =$	0.00
BULLONI :	tipo M	16	8.8	$f_{yb} =$	64.0	$f_{ub} =$	80	kN/cm ²	SEZ. SUL FILETTO : $A_s =$ 1.57 cm ²		
tipo di giunto	1	giunto con bulloni interni		giunto con bulloni esterni		giunto con bulloni esterni irrigidito					
giunto trave-trave ?	N	contropiatto ? N		simmetrico ? Y		simmetrico ? Y					
nodo terminale ?	Y										
interasse file bulloni	10	cm		n° file di bulloni attivi a trazione (<=2)		n° file di bulloni attivi a trazione (2;3)		2 file di bulloni attivi a trazione			
passo min. bull. int.	4.80	cm		n° = 1		d = cm 7.00		distanza d = cm 7.30			
n° file vertic. bulloni	2										
coeff. secur. bulloni	1.25										
coeff. secur. mater.	1.05										

VINCOLI DI PROGETTO :

- equidistanza bulloni da piattabanda tesa ($m_{x,c} = m_{2,c}$)
- numero minimo bulloni / fila interni = 2



	1	$M_{pl,Rd,b} =$	kNcm	11004	
TRAVE	distanza bull.-raccordo	(m_b)	cm	2.81	
	distanza bull.-bordo est.	(e_b)	cm	5.00	
	distanza anima-raccor.	(d_b)	cm	1.44	
FLANGIA COLONNA	larghezza flangia	(l_{fc})	cm	16	
	distanza bull.-raccordo	(m_c)	cm	4.20	
	distanza bull.-raccordo	($m_{x,c} = m_{2,c}$)	cm	2.64	
	distanza bull.-bordo est.	(e_c)	cm	3.00	
	distanza bull.-bordo est	($e_{x,c}$)	cm		
passo bull.	7	cm		3.00	
n° max. bull./fila interni		($n_{1,c}$)	n°	2	
	7.00	cm	braccio di leva (Z_c)	cm	10.91



DATI PER CALCOLO LUNGHEZZE EFFICACI	(α_c)	cm	5.64	
	$\lambda_{1,c} =$	0.58	$\lambda_{2,c} =$	0.37

BULLONI	diametro rondella	(d_w)	mm	29.6
----------------	-------------------	-----------	----	-------------

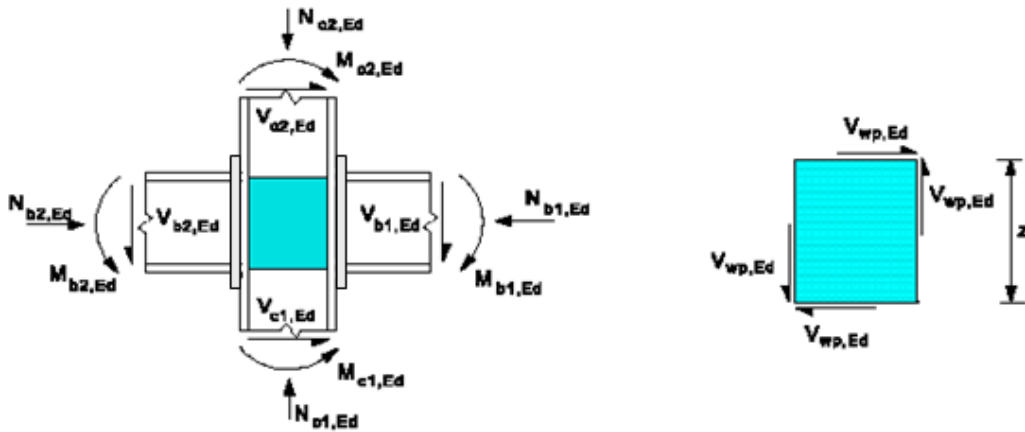
SPESSORE FLANGIA	$t_{f,c}$	mm	12.00
-------------------------	-----------	----	--------------

SPESSORE CONTROPIATTO	t_{bp}	mm	
------------------------------	----------	----	--

$M_{j,Rd,c} =$	1205	kNcm	$\left\{ \begin{array}{l} M_{j,Rd,c} \geq M_{pl,Rd,c} \\ M_{j,Rd,c} \geq \delta \cdot M_{pl,Rd,b} \end{array} \right\}$ GIUNTO A PARZIALE RESISTENZA	$M_{pl,Rd,c} =$	kNcm	5479
				$M_{pl,Rd,b} =$	kNcm	11004

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della trave soggetta a forza di taglio (item 6.2.6.1)



INPUT SOLLECITAZIONI ESTREMITA' TRAVE

PARTE DESTRA TRAVE		PARTE SINISTRA TRAVE	
$V_{b1,Ed}$	12 kN	$V_{b2,Ed}$	
$M_{b1,Ed}$	0 kNcm	$M_{b2,Ed}$	
$N_{b1,Ed}$	3 kN	$N_{b2,Ed}$	

$$V_{wp,Rd} \geq V_{wp,Ed}$$

braccio di leva : $z = 10.91$ cm
 $M_{l,Rd} = 4676$ kNcm

FORZA DI TAGLIO AGENTE SUL PANNELLO D'ANIMA NON IRRIGIDITO :		$V_{wp,Ed} =$ kN	6
$V_{wp,Ed} = M_{c,Ed} / z - (V_{b1,Ed} - V_{b2,Ed}) / 2$	$d / t_w = 10$	$< 69 \cdot \epsilon = 69$	

RESISTENZA DI PROGETTO A TAGLIO DEL PANNELLO D'ANIMA :		$V_{wp,Rd} =$ kN	429
---	--	------------------	-----

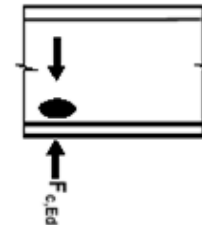
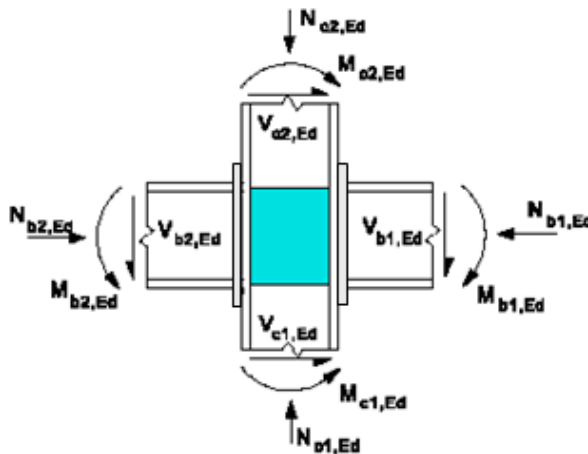
pannello non irrigidito :	$V_{wp,Rd} = 0.9 \cdot A_{vb} \cdot (f_{t,wp} / 3^{0.5}) / \gamma_{M0}$	$V_{wp,Rd} =$ kN	403
$A_{vb} = \max (A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_w)$	$\eta = 1.00$	$A_{vb} = 34.67$ cm ²	

irrigidimenti trasversali :		$V_{wp,Rd} = V_{wp,Rd,(non\ irrig.)} + V_{wp,add,Rd}$	$V_{wp,Rd} =$ kN	429
------------------------------------	--	---	------------------	-----

$V_{wp,add,Rd} = 4 \cdot M_{pl,tb,Rd} / d_s < (2 \cdot M_{pl,tb,Rd} + 2 \cdot M_{pl,st,Rd}) / d_s$	$V_{wp,add,Rd} =$ kN	25
$M_{pl,tb,Rd} = 91$ kNcm	momento resistente plastico di progetto della piattabanda della trave	
$M_{pl,st,Rd} = 233$ kNcm	momento resistente plastico di progetto degli irrigidimenti dell'anima	
$d_s = 14.30$ cm	distanza tra gli assi degli irrigidimenti	

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della trave in compressione trasversale (item 6.2.6.2)



CARATTERISTICHE DELLA TRAVE

A_p = area della sezione

W_{wb} = modulo di resistenza di progetto riferito al piede del raccordo anima-piattabanda

A_p =	66	cm ²
W_{wb} =	581	cm ³
$\sigma_{com,Ed}$ =	0.045	kN/cm ²

W elastico

PARTE DESTRA TRAVE		PARTE SINISTRA TRAVE	
$V_{d1,Ed}$ =	12 kN	$V_{b2,Ed}$ =	0 kN
$M_{b1,Ed}$ =	0 kNcm	$M_{b2,Ed}$ =	0 kNcm
$N_{b1,Ed}$ =	3 kN	$N_{b2,Ed}$ =	0 kN

$F_{c,wb,Rd} \geq F_{c,wb,Ed}$

$F_{c,wb,Ed} = 0.00$ kN

FORZA DI COMPRESSIONE AGENTE SUL PANNELLO D'ANIMA NON IRRIGIDITO :	$F_{c,wb,Ed} =$ kN	0
$F_{c,wb,Ed}$ = Forza massima trasmessa dalle piattabande della colonna		

RESISTENZA DI PROGETTO A COMPRESSIONE DEL PANNELLO D'ANIMA :	$F_{c,wb,Rd} =$ kN	480
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO $M_{j,Rd} =$ kNcm		
		5237

pannello non irrigidito :	$F_{c,wb,Rd} = (\omega \cdot k_{wb} \cdot b_{eff,c,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{y,wb}) / \gamma_{M0}$	$F_{c,wb,Rd} =$ kN	455
con la seguente limitazione	$F_{c,wb,Rd} \leq (\omega \cdot k_{wb} \cdot p \cdot b_{eff,c,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{y,wb}) / \gamma_{M1} =$	455 kN	

$\gamma_{M1} = 1.05$ coeff. parziale di sicurezza per l'instabilità

$b_{eff,c,wb} = t_{fb} + 2 \cdot 2^{0.5} \cdot a_p + 5 \cdot (t_{fb} + s_p) + s_p$ $b_{eff,c,wb} = 18.20$ cm

$\omega_1 = 0.74412$ $\omega_c = 0.74412$

$\omega_2 = 0.48656$ $\omega = 0.74412$

$k_{wb} = 1$

$\lambda_p = 0.33881$ $p \approx 1$



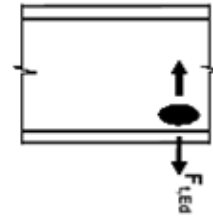
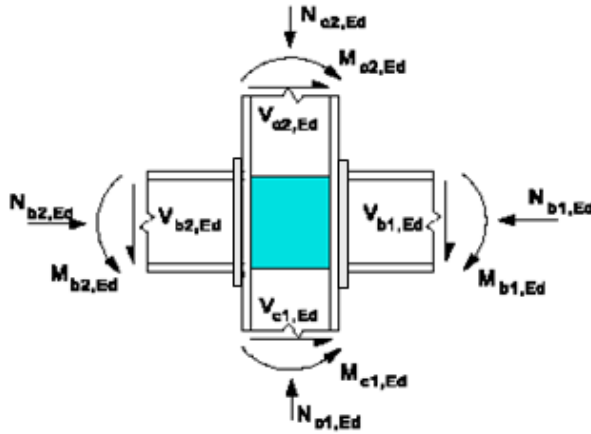
irrigidimenti trasversali :	$F_{c,wb,Rd} = F_{c,wb,Rd,(non\ irrig.)} + F_{c,wb,add,Rd}$	$F_{c,wb,Rd} =$ kN	480
	$F_{c,wb,add,Rd} = 4 \cdot M_{pl,tb,Rd} / d_s < (2 \cdot M_{pl,tb,Rd} + 2 \cdot M_{pl,st,Rd}) / d_s$	$F_{c,wb,add,Rd} =$ kN	25

4960

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della trave in trazione trasversale

(item 6.2.6.3)



PARTE DESTRA TRAVE		PARTE SINISTRA TRAVE	
$V_{D1,Ed}$	12 kN	$V_{D2,Ed}$	0 kN
$M_{b1,Ed}$	0 kNcm	$M_{b2,Ed}$	0 kNcm
$N_{b1,Ed}$	3 kN	$N_{b2,Ed}$	0 kN

$$F_{t,wb,Rd} \geq F_{t,wb,Ed}$$

$$F_{t,wb,Ed} = 0.00 \text{ kN}$$

FORZA DI TRAZIONE AGENTE SUL PANNELLO D'ANIMA NON IRRIGIDITO :	$F_{t,wb,Ed} =$ kN	0
$F_{t,wb,Ed} =$ Forza massima trasmessa dalle piattabande della colonna		

RESISTENZA DI PROGETTO A TRAZIONE DEL PANNELLO D'ANIMA :	$F_{t,wb,Rd} =$ kN	282
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO	$M_{j,Rd} =$ kNcm	4779

pannello non irrigidito :	$F_{t,wb,Rd} = (\omega \cdot b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{y,wb}) / \gamma_{M0}$	$F_{t,wb,Rd} =$ kN	256
$\gamma_{M0} = 1.05$ coefficiente parziale di sicurezza			
$b_{eff,t,wb} = \sum l_{eff} =$ largh. efficace piattab. $b_{eff,t,wb} =$ cm 8.24	per una sola fila di bulloni :		
$\omega_1 = 0.9264$	$b_{eff,t,wb,l} = 17.49$ cm	$F_{t,wb,Rd,l} =$	0
$\omega_2 = 0.77595$ } $\omega_c = 0.9264$	$\omega = 0.75716$		
$\omega = 0.9264$	$b_{eff,t,wb,e} = 13.49$ cm	$F_{t,wb,Rd,e} =$	377
	$\omega = 0.83262$	$M_{j,Rd} =$	4256

irrigidimenti trasversali :	$F_{t,wb,Rd} = F_{t,wb,Rd,(non\ irrig.)} + F_{t,wb,add,Rd}$	$F_{t,wb,Rd} =$ kN	282
	$F_{t,wb,add,Rd} = 4 \cdot M_{pl,tb,Rd} / d_s < (2 \cdot M_{pl,tb,Rd} + 2 \cdot M_{pl,st,Rd}) / d_s$	$F_{t,wb,add,Rd} =$ kN	25

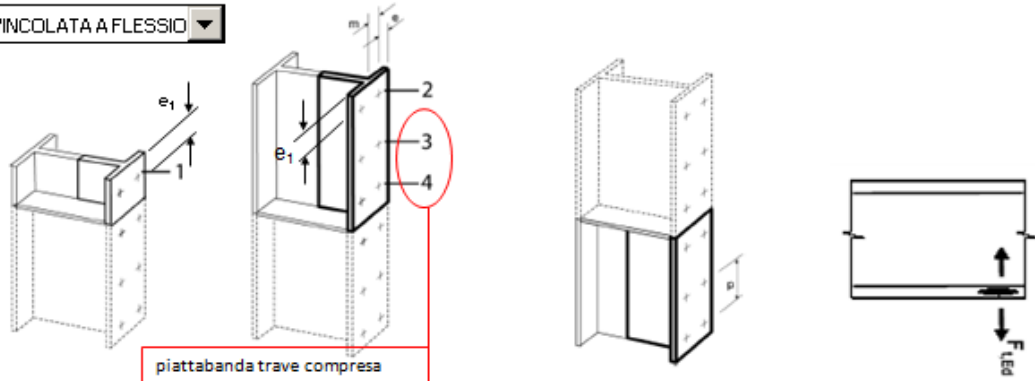
$M_{pl,tb,Rd} = 91$ kNcm	momento resistente plastico di progetto della piattabanda della trave		
$M_{pl,st,Rd} = 233$ kNcm	momento resistente plastico di progetto degli irrigidimenti dell'anima		
$d_s = 14.30$ cm	interasse irrigidimenti	$b_{eff,t,wb,e} = 16.10$ cm	$F_{t,wb,Rd,e} = 423$
		$\omega = 0.783$	$M_{j,Rd} = 4779$

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

piattabanda della trave in flessione locale

(item 6.2.6.4)

PIATTABANDA NON VINCOLATA A FLESSIO



$F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$

$\lambda_{1,c} = 0.359795$

$\lambda_{2,c} = 0.338028$

$F_{t,Ed} = \text{kN}$

$n_{b,1stubb} =$

trave	
fila singola	gruppo file
0.00	0.00
2	2

FORZA MASSIMA AGENTE SULLA PIATTABANDA NON IRRIGIDITA :

$F_{t,Ed} = \text{kN}$

0

$F_{t,Ed} =$ Forza massima sulle file di bulloni reagenti

RESISTENZA DI PROGETTO DELLA PIATTABANDA DELLA TRAVE :

$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$

53

anima trave non irrigidita :

$F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$

$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$

53

resistenza singola fila

limite : kN 383.18

trave		trave			
trave	modo 1	fila singola	gruppo file		
estremi	87.00	87.00	53.16	metodo base - collasso flangia	
interni	-33.84	109.58	66.96	metodo altern. - collasso flangia	
interni	0.00	modo 2	114.33	106.14	collasso flangia e rottura bulloni
L_{eff}	17.49	modo 3	180.67	180.67	rottura bulloni

MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO

803 kNcm

$M_{j,Rd} =$

803

anima trave irrigidita :

$F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$

$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$

53

resistenza singola fila

trave		trave			
trave	modo 1	fila singola	gruppo file		
estremi	103.90	103.90	53.16	metodo base - collasso flangia	
interni	103.90	modo 1	130.86	66.96	metodo altern. - collasso flangia
interni	-50.74	modo 2	118.41	106.14	collasso flangia e rottura bulloni
L_{eff}	17.49	modo 3	180.67	180.67	rottura bulloni

MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO

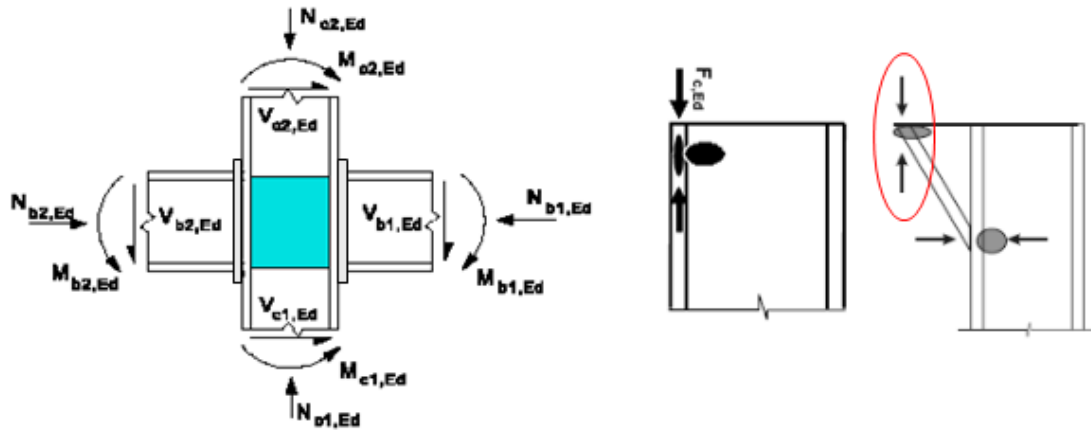
983 kNcm

$M_{j,Rd} =$

983

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima e piattabanda della colonna in compressione (item 6.2.6.7)



CERNIERA PLASTICA ? (Y,N) colonna :

Y

$F_{c,Rd,c} \geq F_{c,Ed,c}$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA COMPRESSA :

$F_{c,Ed,c} =$ kN

0

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA COMPRESSA :

$F_{c,Rd,c} =$ kN

383

$F_{c,Rd,c} = M_{c,Rd,c} / (h_i - t_{fc}) :$

$M_{c,v,Rd,c} = [W_{pl} - \rho \cdot A_w^2 / 4 \cdot t_w] \cdot f_y / \gamma_{MO} \leq M_{c,Rd,c} = W_{pl,c} \cdot f_{yc} / \gamma_{MO}$ 5480

$\rho_c = [2 \cdot V_{c,Ed} / V_{pl,Rd,c} - 1]^2$ 0.000

$V_{pl,Rd,c} = A_{v,c} \cdot (f_{yc} / 3^{0.5}) / \gamma_{MO}$ 171

altezza colonna < 600 mm - item 6.2.6.7(1)

$\alpha_{cj} =$ 1.00

$A_{v,c} = \max [A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_w]_c$

$\eta =$ 1.00

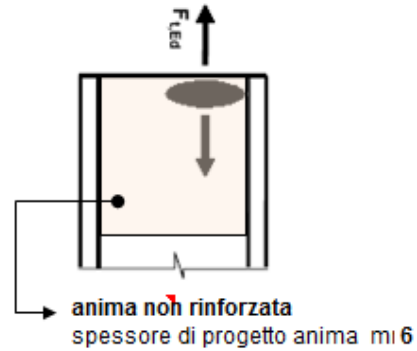
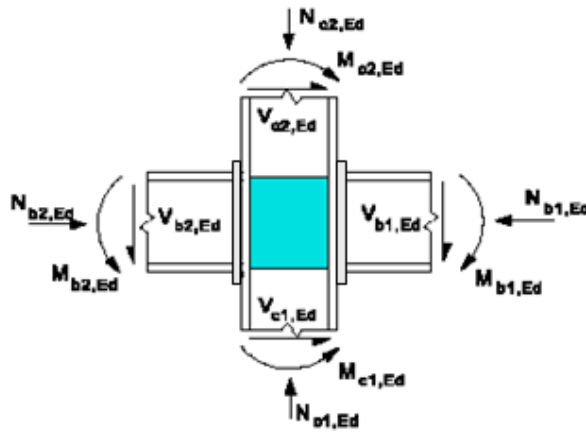
13

$W_{pl,c} =$ max h 245 cm³ min h 245 cm³ $M_{pl,Rd,c} =$ max h 5480 kNcm min h 5480 kNcm

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della colonna soggetta a trazione

(item 6.2.6.8)



CERNIERA PLASTICA ? (Y,N) colonna :

Y

$F_{t,Rd,c} \geq F_{t,Ed,c}$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA TESA : $F_{t,Ed,c} =$ kN **0**

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA TESA : $F_{t,Rd,c} =$ kN **227**

$F_{t,Rd,c} = d_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc} / \gamma_{MO}$

MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO $M_{j,Rd} =$ kNcm **2475**

$d_{eff,t,wc}$ = lunghezza efficace dell'anima tesa :	16.89		
items 6.2.6.8 (2) e 6.2.6.5)			
per una sola fila di bulloni interni :	20.53	$F_{t,Rd,c} \Rightarrow$	0
per una sola fila di bulloni interni vicini alla piattabanda tesa :	23.66	$F_{t,Rd,c} \Rightarrow$	227

$W_{pl,c} =$ $\begin{matrix} \max h \\ 245 \end{matrix}$ cm³ $\begin{matrix} \min h \\ 245 \end{matrix}$ cm³ $M_{pl,Rd,c} =$ $\begin{matrix} \max h \\ 5480 \end{matrix}$ kNcm $\begin{matrix} \min h \\ 5480 \end{matrix}$ kNcm

RESISTENZA A TAGLIO DEI BULLONI

resistenza globale dei bulloni non tesi e tesi (item 6.2.2 (2))

resistenza a taglio per piano di taglio : $F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ $\alpha_v = 0.6$

conferma o modifica

numero di bulloni resistenti a taglio :

$$n_{b,v} = 2$$



$$n_{b,v} = 2$$

numero di bulloni attivi a trazione :

$$n_{b,t} = 2$$

resistenza a taglio per piano di taglio :

$$F_{v,Rd} = 60 \text{ kN}$$

resistenza a taglio bulloni non tesi :

$$F_{v,Rd,nbv} = 120 \text{ kN}$$

resistenza a taglio ridotta bulloni tesi :

$$F_{v,Rd,nbt} = 34 \text{ kN}$$

taglio di progetto sul giunto :

$$F_{v,Ed} = 22 \text{ kN}$$

verifica di resistenza a taglio :

$$0.142 < 1$$

1.7.5 Verifiche connessione Trave HeA180 - Trave HeA180

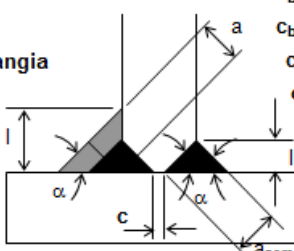
GIUNTO A FLANGIA CON BULLONI - STATO LIMITE ULTIMO - EN 1993-1-8 ; DM 14/01/08 e O.P.C.M. n° 3274						
VERIFICA DELLA SALDATURA TRAVE-FLANGIA						
TRAVE :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$	kN/cm^2	$\beta_w = 0.8$ $e = 1.00$
COLONNA :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$	kN/cm^2	$\beta_w = 0.8$ $e = 1.00$
IRRIGIDIMENTI :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y = 23.5$	$f_u = 36$	kN/cm^2	$\beta_w = 0.8$ $e = 1.00$
tipologia nodo	2	nodo non irrigidito		nodo con irrigidimenti trasversali		nodo con piattini di rinforzo anima
coeff. sicur. saldat.	1.25	1		2		3 + 2
coeff. sicur. mater.	1.05	1		2		3 + 2
TR.DX.	a cordoni d'angolo					
TR.SX.	a cordoni d'angolo					
IRRIG.	a cordoni d'angolo					
ELEMENTO	ALT. MIN	ALT. MAX	LARGHEZZA	IRRIGIDIMENTI ANIMA COLONNA		TIPO
COLONNA CL. EC3	mm 190	mm 190	mm 200			
TRAVE DI DESTRA	mm 171	mm 171	mm 180			
TRAVE DI SINISTRA	mm 171	mm 171	mm 180			
SALDATURA TRAVE DI DESTRA	1	$l_s = 6.7$	$l_w = 4.2$	1		
SALDATURA TRAVE DI SINISTRA	1	$l_s = 6.7$	$l_w = 4.2$	1		
SALDATURA IRRIGIDIMENTI	1	$l_s = 6.7$	$l_w = 4.2$	1		

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :	→		TRAVE DX	TRAVE SX
CARATTERISTICHE DEL GIUNTO :			$V_{b1,Ed} = 11$ kN	$V_{b2,Ed} = 11$ kN
			$M_{b1,Ed} = 360$ kNcm	$M_{b2,Ed} = 360$ kNcm
			$N_{b1,Ed} = 13$ kN	$N_{b2,Ed} = 6$ kN
			$< 5\% N_{pl,Rd,b1} = 51$ kN	$< 5\% N_{pl,Rd,b2} = 51$ kN

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :	→		TRAVE DX	TRAVE SX
CARATTERISTICHE DEL GIUNTO :			$V_{b1,Ed} = 11$ kN	$V_{b2,Ed} = 11$ kN
			$M_{b1,Ed} = 360$ kNcm	$M_{b2,Ed} = 360$ kNcm
			$N_{b1,Ed} = 13$ kN	$N_{b2,Ed} = 6$ kN
			$< 5\% N_{pl,Rd,b1} = 51$ kN	$< 5\% N_{pl,Rd,b2} = 51$ kN

COLONNA	spessore piattabanda	(t_{fc})	cm	1	
	spessore anima	(t_{wc})	cm	0.65	
TRAVE DI DESTRA	raccordo anima-piattab	(r_c)	cm	1.8	
	spessore piattabanda	(t_{fb1})	cm	0.95	
TRAVE DI SINISTRA	spessore anima	(t_{wb1})	cm	0.6	
	raccordo anima-piattab	(r_{b1})	cm	1.5	
IRRIGIDIM.	spessore piattabanda	(t_{fb2})	cm	0.95	
	spessore anima	(t_{wb2})	cm	0.6	
SEZIONI DI GOLA SALDATURE	raccordo anima-piattab	(r_{b2})	cm	1.5	
	trasversali : spessore	$(t_{sc} \geq t_{fb})$	cm	0.95	
PARAMETRI TRASFORM.	d'anima : spessore	$(t_{sc} \geq t_{wc})$	cm		
	TRAVE DI DESTRA	piattabande	$(a_{f,b1})$	cm	0.43
EFFICACE	TRAVE DI SINISTRA	anima	$(a_{w,b1})$	cm	0.27
	TRAVE DI SINISTRA	piattabande	$(a_{f,b2})$	cm	0.43
LARGHEZZA	TRAVE DI SINISTRA	anima	$(a_{w,b2})$	cm	0.27
	IRRIGIDIM.	trasversali	(a_{sc})	cm	0.43
EFFICACE	IRRIGIDIM.	d'anima	(a_{sc})	cm	0.00
	giunto di destra		β_1		0.00
EFFICACE	giunto di sinistra		β_2		0.00
	giunto di destra		$b_{eff,b1}$	cm	18.00
EFFICACE	giunto di sinistra		$b_{eff,b2}$	cm	18.00

saldatura trave-flangia
item 4.7.3
for $2 \cdot a_{nom} \geq t$ and
for $c \leq t/5$ o 3 mm
la saldatura è a
piena penetrazione



BRACCI DI LEVA
 $z_{b1} = 16.15$ cm
 $z_{b2} = 16.15$ cm
 $z_c = 16.15$ cm

VERTICE CIANFRINO
 $c_{b1} = 3.00$ mm
 $c_{b2} = 3.00$ mm
 $c_s =$ mm
 $\alpha = 50^\circ$

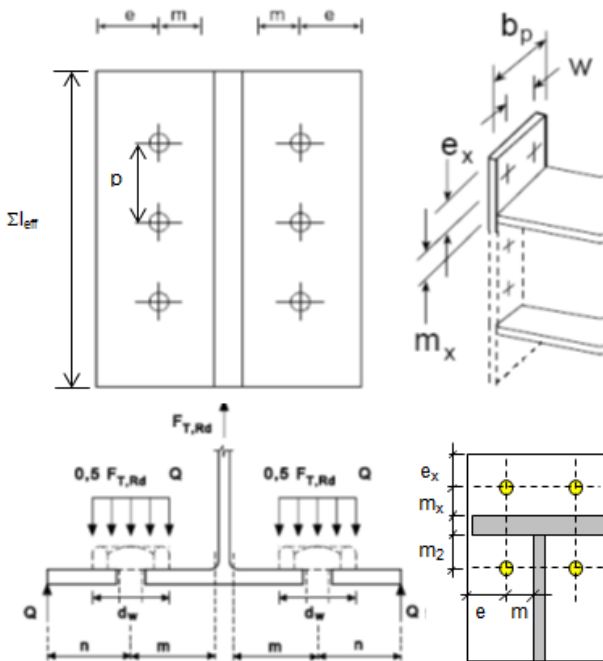
FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELLE PIATTABANDE :		trave di destra	$F_{w.Ed.b1} =$ kN	22
$F_{w.Ed.bi} \leq F_{w.Rd.bi}$		trave di sinistra	$F_{w.Ed.b2} =$ kN	22
FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELL'ANIMA :		trave di destra	$V_{w.Ed.b1} =$ kN	11
$V_{w.Ed.bi} \leq V_{w.Rd.bi}$		trave di sinistra	$V_{w.Ed.b2} =$ kN	11
RESISTENZA DI PROGETTO DELLA SALDATURA PIATTABANDE :		$N_{b1,Rd} =$ kN	640	$M_{b1,Rd} =$ kNcm
$F_{w.Rd.bi} = 2 \cdot f_u / [3]^{0.5} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{f,bi} \cdot b_{eff,bi}$ o $2 \cdot f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{f,bi} \cdot b_{eff,bi}$		trave di destra	$F_{w.Rd.b1} =$ kN	320
		trave di sinistra	$F_{w.Rd.b2} =$ kN	322
RESISTENZA DI PROGETTO DELLA SALDATURA DELL'ANIMA :		trave di destra	$V_{w.Rd.b1} =$ kN	137
$V_{w.Rd.bi} = 2 \cdot f_u / [3]^{0.5} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{w,bi} \cdot h_{w,bi}$ o $2 \cdot f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot a_{w,bi} \cdot h_{w,bi}$		trave di sinistra	$V_{w.Rd.b2} =$ kN	137
RES. DI PROGETTO DELLA SALDATURA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI :		trave di destra	$F_{w.Rd.s1} =$ kN	246
$F_{w.Rd.si} \geq F_{w.Ed.bi}$		trave di sinistra	$F_{w.Rd.s2} =$ kN	246

VERIFICA DEL COLLEGAMENTO BULLONATO (equivalent T- stub flange method - EN 1993-1-8- item 6.2.4)

FLANGIA :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y =$ 23.5	$f_u =$ 36	kN/cm ²	$\beta_w =$ 0.8	$\epsilon =$ 1.00	
CONTROPIATTO :	mat. tipo		input materiale	$f_{yb} =$ 0.0	$f_u =$ 0	kN/cm ²	$\beta_w =$ 1	$\epsilon =$ 0.00
BULLONI :	tipo	M16	8.8	$f_{yb} =$ 64.0	$f_{ub} =$ 80	kN/cm ²	SEZ. SUL FILETTO : $A_s =$ 1.57	cm ²
tipo di giunto	1	giunto con bulloni interni		giunto con bulloni esterni		giunto con bulloni esterni irrigidito		
giunto trave-trave ?	Y	contropiatto ? N		2		3		
nodo terminale ?	N							
interasse file bulloni	12	cm		n° file di bulloni attivi a trazione (<=2)		2 file di bulloni attivi a trazione		
passo min. bull. int.	4.80	cm		n° file di bulloni attivi a trazione (2:3)		distanza $d =$ cm 6.16		
n° file vertic. bulloni	2			$n^\circ =$ 3				
coeff. secur. bulloni	1.25	$n^\circ =$ 1		$d =$ cm 5.00		$d =$ cm 6.16		
coeff. secur. mater.	1.05							

VINCOLI DI PROGETTO :

- equidistanza bulloni da piattabanda tesa ($m_{xb} = m_{2b}$)
- numero minimo bulloni / fila interni = 2



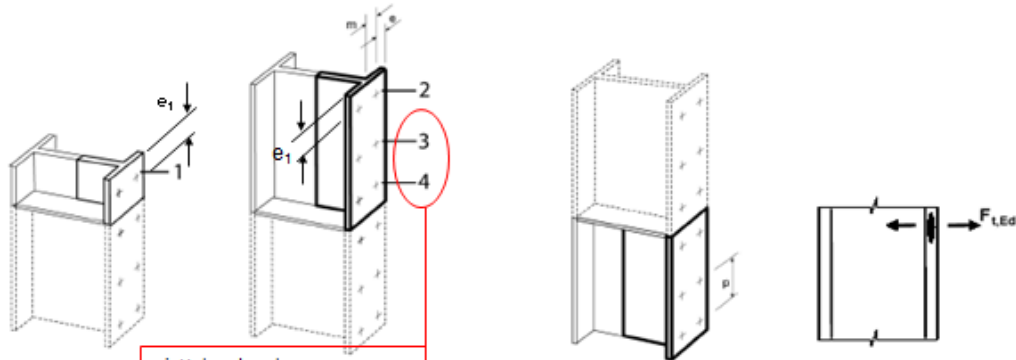
	$\delta =$ 2	$M_{pl,Rd,c} =$	kNcm	9600
COLONNA	distanza bull.-raccordo	(m_2)	cm	0.00
	distanza bull.-bordo est.	(e_2)	cm	0.00
	distanza anima-raccor.	(d_2)	cm	0.00
TRAVE DI DESTRA	larghezza flangia	(l_{fb1})	cm	20
	distanza bull.-raccordo	(m_{b1})	cm	5.42
	distanza bull.-raccordo	($m_{xb1} = m_{2b1}$)	cm	2.15
	distanza bull.-bordo est.	(e_{b1})	cm	4.00
	distanza bull.-bordo est	(e_{xb1})	cm	
passo bull.	dist. min. bull.-bordo est	($e_{min} = n_{b1}$)	cm	4.00
5	n° max. bull./fila interni	(n_{1b1})	n°	3
5.00	braccio di leva	(z_{b1})	cm	13.22
TRAVE DI SINISTRA	larghezza flangia	(l_{fb2})	cm	20
	distanza bull.-raccordo	(m_{b2})	cm	5.42
	distanza bull.-raccordo	($m_{xb2} = m_{2b2}$)	cm	2.15
	distanza bull.-bordo est.	(e_{b2})	cm	4.00
	distanza bull.-bordo est	(e_{xb2})	cm	
passo bull.	dist. min. bull.-bordo est	($e_{min} = n_{b2}$)	cm	4.00
5	n° max. bull./fila interni	(n_{1b2})	n°	3
5.00	braccio di leva	(z_{b2})	cm	13.22
DATI PER CALCOLO LUNGHEZZE EFFICACI	TRAVE DI DESTRA	(α_{b1})	cm	6.31
	$\lambda_{1,b1} =$ 0.58	$\lambda_{2,b1} =$ 0.23		
TRAVE DI SINISTRA	(α_{b2})	cm	6.31	
	$\lambda_{1,b2} =$ 0.58	$\lambda_{2,b2} =$ 0.23		
BULLONI	diametro rondella	(d_w)	mm	29.6
SPESSORE FLANGE	TRAVE DI DESTRA	t_{fb1}	mm	12.00
	TRAVE DI SINISTRA	t_{fb2}	mm	12.00
	CONTROPIATTO	t_{bp}	mm	

$M_{j,Rd,b1} =$ 1525	kNcm	$\left\{ \begin{array}{l} M_{j,Rd,bi} \geq \delta \cdot M_{pl,Rd,c} \\ M_{j,Rd,bi} \geq M_{pl,Rd,bi} \end{array} \right\}$	GIUNTO A PARZIALE RESISTENZA	$M_{pl,Rd,b1} =$ kNcm	7263
$M_{j,Rd,b2} =$ 1525	kNcm		GIUNTO A PARZIALE RESISTENZA	$M_{pl,Rd,b2} =$ kNcm	7263

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-TRAVE

controflangia soggetta a flessione

(item 6.2.6.4)



piattabanda colonna compresa sempre tra 2 irrigidimenti se richiesti (file di bulloni 3 e 4)
column flange always included between 2 stiffeners if required (bolt-rows 3 and 4)

$F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$

$\lambda_{1,c} = 0.5$

$\lambda_{2,c} = 1076.799$

$F_{t,Ed} = \text{kN}$

$n_{b,stab} =$

Trave di Destra		Trave di Sinistra	
fila singola	gruppo file	fila singola	gruppo file
27.23	27.23	27.23	27.23
2	2	2	2

FORZA MASSIMA AGENTE SULLA CONTROFLANGIA NON IRRIGIDITA :

$F_{t,Ed} = \text{kN}$

27

$F_{t,Ed} =$ Forza massima sulle file di bulloni reagenti

2 RESISTENZA DI PROGETTO DELLA CONTROFLANGIA :

$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$

117

pannello non irrigidito :

$F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$

$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$

29

resistenza singola fila

limite : kN 449.74

limite : kN 449.74

	Tr. Destra		Tr. Sinistra		$F_{t,Rd,f}$	Trave di Destra		Trave di Sinistra		
	modo 1	modo 1	fila singola	gruppo file		fila singola	gruppo file			
estremi	117.50	117.50	117.50	449.74	117.50	449.74	metodo base - collasso flangia			
interni	117.50	117.50	29.26	449.74	29.26	449.74	metodo altern. - collasso flangia			
interni	117.50	117.50	119.71	449.74	119.71	449.74	collasso flangia e rottura bulloni			
$l_{cr,n}$	0.01	0.01	180.67	180.67	180.67	180.67	rottura bulloni			
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO						1536	kNcm	1537	kNcm	$M_{j,Rd} =$ 1536

pannello irrigidito :

$F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$

$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$

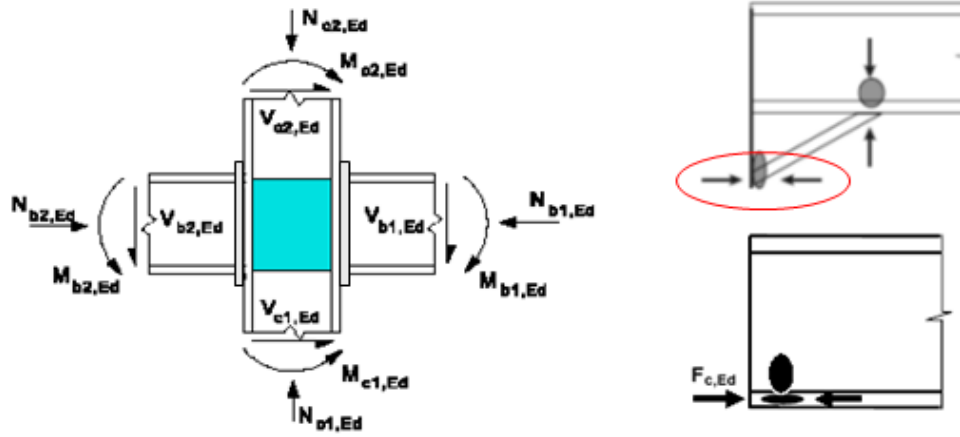
117

resistenza singola fila

	Tr. Destra		Tr. Sinistra		$F_{t,Rd,f}$	Trave di Destra		Trave di Sinistra		
	modo 2	modo 2	fila singola	gruppo file		fila singola	gruppo file			
estremi	135.18	135.18	202.50	130.99	202.50	130.99	metodo base - collasso flangia			
interni	135.18	135.18	230.14	148.87	230.14	148.87	metodo altern. - collasso flangia			
interni	-18.54	-18.54	135.18	116.64	135.18	116.64	collasso flangia e rottura bulloni			
$l_{cr,n}$	26.67	26.67	180.67	180.67	180.67	180.67	rottura bulloni			
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO						1768	kNcm	1768	kNcm	$M_{j,Rd} =$ 1768

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-TRAVE

anima e piattabanda delle travi in compressione (item 6.2.6.7)



CERNIERA PLASTICA ? (Y,N) **trave di destra :**
trave di sinistra :

$F_{c,Rd,bi} \geq F_{c,Ed,bi}$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA COMPRESSA :	trave di destra : $F_{c,Ed,b1} =$ kN	27
	trave di sinistra : $F_{c,Ed,b2} =$ kN	27

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA COMPRESSA :	trave di destra : $F_{c,Rd,b1} =$ kN	450
$F_{c,Rd,bi} = M_{c,Rd,bi} / (h_i - t_{fb,i}) :$	trave di sinistra : $F_{c,Rd,b2} =$ kN	450

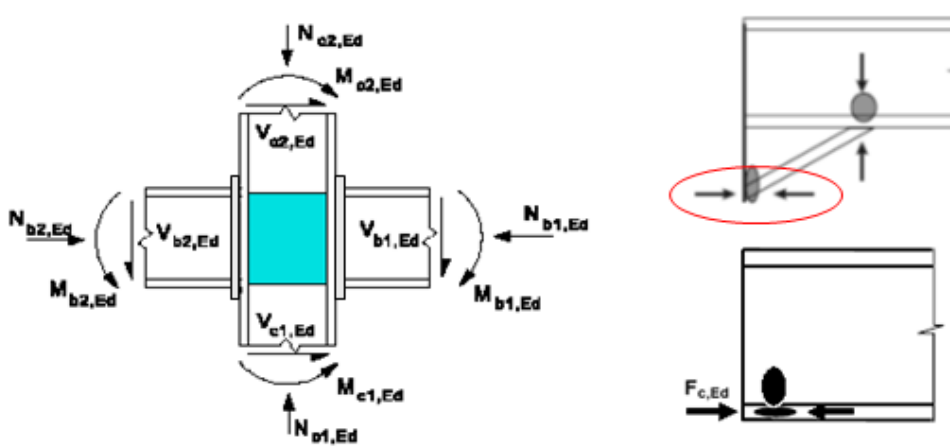
$M_{c,V,Rd,bi} = [W_{pl} - \rho \cdot A_w^2 / 4 \cdot t_w] \cdot f_y / \gamma_{MO} \leq M_{c,Rd,bi} = W_{pl,bi} \cdot f_{ypl} / \gamma_{MO}$	trave di dx. : kNcm	7263
	trave si sx. : kNcm	7263
$\rho_{bi} = [2 \cdot V_{bi,Ed} / V_{pl,Rd,bi} - 1]^2$	trave di dx. : kN	0.000
	trave si sx. : kN	0.000
$V_{pl,Rd,bi} = A_{v,bi} \cdot (f_{ypl} / 3^{0.5}) / \gamma_{MO}$	trave di dx. : kN	187
	trave si sx. : kN	187
altezza trave di destra < 600 mm - item 6.2.6.7(1)	$\alpha_d =$	1.00
altezza trave di sinistra < 600 mm - item 6.2.6.7(1)	$\alpha_s =$	1.00
$A_{v,bi} = \max [A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_{wb,bi}]$	$\eta =$	1.00
	trave di dx. : cm2	14
	trave si sx. : cm2	14
$W_{pl,b1} =$	max h	325 cm ³
$W_{pl,b2} =$	min h	325 cm ³
$M_{pl,Rd,b1} =$	max h	7263 kNcm
$M_{pl,Rd,b2} =$	min h	7263 kNcm



RESISTENZA DI PROGETTO MINIMA DELLA SALDATURA DEL GIUNTO : (item 6.2.3 (5) EN 1993-1-8)			
coeff. di sic. per analisi del primo ordine (& 5.2.1(3)-EN 1993-1-1)	1.4	l'ordine	$\alpha = 1.4$
coefficiente di sicurezza a da usarsi in tutti gli altri casi	1.7		
momento resistente minimo del nodo :	trave di destra :	$M_{b1.Rd.min} =$	0 kNcm > 360
$M_{bLRd.min} \geq M_{bLEd}$	trave di sinistra :	$M_{b2.Rd.min} =$	0 kNcm > 360
criterio di sovraresistenza trave-nodo :	trave di destra :	$M_{b1.Rd} =$	0 kNcm < 5165
$\min (M_{pLRd.bl.min} ; \alpha \cdot M_{bLRd.min}) \leq M_{bLRd}$	trave di sinistra :	$M_{b2.Rd} =$	0 kNcm < 5204
MOMENTO RESISTENTE DI PROGETTO DELLA SALDATURA :		$M_{b1.Rd} =$ kNcm	5165
MOMENTO RESISTENTE DI PROGETTO DELLA SALDATURA :		$M_{b2.Rd} =$ kNcm	5204

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-TRAVE

anima e piattabanda delle travi in compressione (item 6.2.6.7)



CERNIERA PLASTICA ? (Y,N) trave di destra :

N
N

trave di sinistra :

$$F_{c,Rd,bi} \geq F_{c,Ed,bi}$$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA COMPRESSA :	trave di destra : $F_{c,Ed,b1} =$ kN	27
	trave di sinistra : $F_{c,Ed,b2} =$ kN	27

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA COMPRESSA :	trave di destra : $F_{c,Rd,b1} =$ kN	450
	trave di sinistra : $F_{c,Rd,b2} =$ kN	450

$M_{c,v,Rd,bi} = [W_{pl} - \rho \cdot A_w^2 / 4 \cdot t_w] \cdot f_y / \gamma_{MO} \leq M_{c,Rd,bi} = W_{pl,bi} \cdot f_{yd} / \gamma_{MO}$	trave di dx. : kNcm	7263
	trave si sx. : kNcm	7263
$\rho_{bi} = [2 \cdot V_{b1,Ed} / V_{pl,Rd,bi} - 1]^2$	trave di dx. : kN	0.000
	trave si sx. : kN	0.000
$V_{pl,Rd,bi} = A_{v,bi} \cdot (f_{yd} / 3^{0.5}) / \gamma_{MO}$	trave di dx. : kN	187
	trave si sx. : kN	187
altezza trave di destra < 600 mm - item 6.2.6.7(1)	$\alpha_{q1} =$	1.00
altezza trave di sinistra < 600 mm - item 6.2.6.7(1)	$\alpha_{q2} =$	1.00
$A_{v,bi} = \max [A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_w]_{bi}$	$\eta =$	1.00
	trave di dx. : cm2	14
	trave si sx. : cm2	14
$W_{pl,b1} =$	max h	325 cm ³
	min h	325 cm ³
$W_{pl,b2} =$	max h	325 cm ³
	min h	325 cm ³
$M_{pl,Rd,b1} =$	max h	7263 kNcm
	min h	7263 kNcm
$M_{pl,Rd,b2} =$	max h	7263 kNcm
	min h	7263 kNcm

RESISTENZA A TAGLIO DEI BULLONI

resistenza globale dei bulloni non tesi e tesi (item 6.2.2 (2))

resistenza a taglio per piano di taglio : $F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ $\alpha_v = 0.6$

	trave dx	trave sx	confirma o modifica
numero di bulloni resistenti a taglio :	$n_{b,v} = 4$	4	trave dx trave sx
numero di bulloni attivi a trazione :	$n_{b,t} = 2$	2	$n_{b,v} = 4 4$
resistenza a taglio per piano di taglio :	$F_{v,Rd} = 60$	60	kN
resistenza a taglio bulloni non tesi :	$F_{v,Rd,nbv} = 241$	241	kN
resistenza a taglio ridotta bulloni tesi :	$F_{v,Rd,nbt} = 34$	34	kN
taglio di progetto sul giunto :	$F_{v,Ed} = 11$	11	kN
verifica di resistenza a taglio :	0.040	0.040	< 1

TRAVE HEA 180 – TRAVE HEB 200

GIUNTO SEMPLICE BULLONATO CON PIATTI O SQUADRETTE DISTRIBUZIONE ELASTICA DELLE FORZE

ELEMENTI DEL GIUNTO : in accordo con EN 1993-1-8 ; NTC 2008 ; NCCI-SN017

TRAVE : tipo : (1,2,3,4,5)		1	S 235 EN 10027-1	$f_y = 23.50$ kN/cm ²	$f_u = 36.00$ kN/cm ²
giunto tipo	estremità piana [1]		estremità morsesata [2]		doppia morsesatura [3]
	a ₁ = cm		a ₁ = cm	3.5	a ₁ = cm
2	a ₃ = cm		a ₃ = cm	6	a ₃ = cm
PIATTI O L : (1,2,3,4,5)		2	S 275 EN 10027-1	$f_y = 27.50$ kN/cm ²	$f_u = 43.00$ kN/cm ²
BULLONI : (A,B,C)		A	RESISTENZA A TAGLIO	DIAM. BULL. - FORI (mm)	16 18
in fila semplice	allineati in fila doppia	sfasati in fila doppia	CLASSE BULLONI	CL.	8.8
n° bul	0	n° bull.	4	n° bull.	0
			RESIST. A ROTTURA	f _{ub} (kN/cm ²)	80.00
			FORZA DI PRECARICO	F _{p,Cd} (kN)	87.82

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :		V _{Ed,uit.} =	31	kN	V _{Ed,ser.v.} =	0	kN
		M _{Ed,uit.} =	215	kNcm	M _{Ed,ser.v.} =	0	kNcm

CARATTERISTICHE DEL GIUNTO :

		analisi elastica	
Numero file verticali bulloni	n ₂ ≤ 2	2	
Numero bulloni su 1° fila verticale	n ₁ ≥ 2	2	
Bulloni allineati per fila ?	(S,N)	S	
Altezza totale giunto	h = cm	10	
Distanza 1 fila bull.- asse appoggio	cm	4.45	
Passo verticale bulloni (p ₁ > 2,2.d _o)	p ₁ = cm	5	
Passo orizzont. Bulloni (p ₂ > 2,4.d _o)	p ₂ = cm	5	
Distanza da bordo vert. (e ₂ > 1,2.d _o)	e ₂ = cm	3	
Distanza da bordo orizz. (e ₁ > 1,2.d _o)	e ₁ = cm	2.50	
Distanza bordo-piano di taglio	a ₂ = cm	8.00	
Distanza bulloni estremi	d = cm	5.00	
Eccentricità reazione	e = cm	6.95	
Spessore piatti di giunto	s = cm	0.8	
Spessore anima trave collegata	t _w = cm	0.6	
Coeff. di distribuz. lineare delle fc	f =	0.500	

FORZA RISULTANTE MASSIMA SUI BULLONI ESTREMI : F_{V,Ed,m} = kN **22.90**

3.6.1 RESISTENZA A TAGLIO DEI BULLONI :	Numero di sezioni resistenti - N° (1,2) = 2			
γ _{M2} = 1.25	n = 4	β = 0.34750	α = 0.34750	
gruppo bulloni	V _{Rd,1} = kN	174	singolo bullone	F _{V,Rd} = kN
				120.44

3.6.1 RIFOLLAMENTO ANIMA TRAVE :	orizzontale		verticale	
	k ₁ = 2.189	2.189	α _b = 0.556	0.676
gruppo bulloni	V _{Rd,2} = kN	56	singolo bullone	F _{b,Rd} = kN
				33.62 40.91

3.6.1 RIFOLLAMENTO PIATTI GIUNTO :	orizzontale		verticale	
	k ₁ = 2.189	2.189	α _b = 0.556	0.463
gruppo bulloni	V _{Rd,2} = kN	134	singolo bullone	F _{b,Rd} = kN
				107.09 89.24

3.10.2 RESISTENZA A ROTTURA PER TAGLIO DELL'ANIMA :

V_{Ed,uit.} ≤ V_{eff,Rd}
(item 3.10.2 EN 1993-1-8)

V_{eff,Rd} = 0.5 f_u A_{nt} / γ_{M2} + (1 / √3) f_y A_{nv} / γ_{M0}

γ_{M0} = 1.05

A _{nt} = cm ²	3.18
L ₁ = cm	3.50
L _v = cm	5.80
A _{nv} = cm ²	3.48
V _{eff,Rd} = kN	91

1.7.6 Verifiche connessione Trave HeA160 - Trave HeA160

GIUNTO SEMPLICE BULLONATO CON PIATTI O SQUADRETTE DISTRIBUZIONE ELASTICA DELLE FORZE

ELEMENTI DEL GIUNTO : in accordo con EN 1993-1-8; NTC 2008; NCCI-SM017

TRAVE : tipo : (1,2,3,4,5)		1	S 235 EN 10027-1	$f_y = 23.50$ kN/cm ²	$f_u = 36.00$ kN/cm ²
giunto tipo	estremità piana [1]		estremità mortesata [2]		doppia mortesatura [3]
2	$a_1 = \text{cm}$ $a_3 = \text{cm}$		$a_1 = \text{cm}$ $a_3 = \text{cm}$	3.5	6
PIATTI O L : (1,2,3,4,5)		2	S 275 EN 10027-1	$f_y = 27.50$ kN/cm ²	$f_u = 43.00$ kN/cm ²
BULLONI : (A,B,C)		A	RESISTENZA A TAGLIO	DIAM. BULL. - FORI (mm)	16 18
in fila semplice		allineati in fila doppia	sfasati in fila doppia	CLASSE BULLONI	CL. 8.8
				AREA SEZIONE (cm ²)	gambo 2.01 filetto 1.57
n° bul	2	n° bull.	0	RESIST. A ROTTURA	f_{ub} (kN/cm ²) 80.00
				FORZA DI PRECARICO	$F_{p,Cd}$ (kN) 87.82

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :

$V_{Ed,uit.} =$	15	kN	$V_{Ed.serv.} =$	0	kN
$M_{Ed,uit.} =$	57	kNcm	$M_{Ed.serv.} =$	0	kNcm

CARATTERISTICHE DEL GIUNTO :

analisi elastica	
Numero file verticali bulloni	$n_2 \leq 2$ 1
Numero bulloni su l° fila verticale	$n_1 \geq 2$ 2
Bulloni allineati per fila ?	(S,N) S
Altezza totale giunto	$h = \text{cm}$ 10
Distanza l fila bull.- asse appoggio	cm 3.8
Passo verticale bulloni ($p_1 > 2,2 \cdot d_o$)	$p_1 = \text{cm}$ 4
Passo orizzont. Bulloni ($p_2 > 2,4 \cdot d_o$)	$p_2 = \text{cm}$
Distanza da bordo vert. ($e_2 > 1,2 \cdot d_o$)	$e_2 = \text{cm}$ 3.5
Distanza da bordo orizz. ($e_1 > 1,2 \cdot d_o$)	$e_1 = \text{cm}$ 3.00
Distanza bordo-piano di taglio	$a_2 = \text{cm}$ 3.50
Distanza bulloni estremi	$d = \text{cm}$ 4.00
Eccentricità reazione	$e = \text{cm}$ 3.80
Spessore piatti di giunto	$s = \text{cm}$ 0.7
Spessore anima trave collegata	$t_w = \text{cm}$ 0.6
Coeff. di distrib. lineare delle fc	$f =$ 1.000

FORZA RISULTANTE MASSIMA SUI BULLONI ESTREMI : $F_{V,Ed,m} = \text{kN}$ 16.10

3.6.1 RESISTENZA A TAGLIO DEI BULLONI : Numero di sezioni resistenti - N° (1,2) = 2

$\gamma_{M2} =$	1.25	$n =$	2	$\beta =$	0.95000	$\alpha =$	0.00000
gruppo bulloni	$V_{Rd,1} = \text{kN}$	112	singolo bullone	$F_{V,Rd} = \text{kN}$	120.44		

3.6.1 RIFOLLAMENTO ANIMA TRAVE :

		orizzontale	verticale		orizzontale	verticale	
gruppo bulloni	$V_{Rd,2} = \text{kN}$	$k_1 =$	1.411	2.500	$\alpha_b =$	0.648	0.491
	25					25.29	33.92

3.6.1 RIFOLLAMENTO PIATTI GIUNTO :

		orizzontale	verticale		orizzontale	verticale	
gruppo bulloni	$V_{Rd,2} = \text{kN}$	$k_1 =$	1.411	2.500	$\alpha_b =$	0.648	0.491
	69					70.48	94.54

3.10.2 RESISTENZA A ROTTURA PER TAGLIO DELL'ANIMA :

$V_{Ed,uit.} \leq V_{eff,Rd}$
(item 3.10.2 EN 1993-1-8)

$V_{eff,Rd} = 0.5 f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1 / \sqrt{3}) f_y A_{nv} / \gamma_{M0}$

$A_{nt} = \text{cm}^2$	1.56
$L_1 = \text{cm}$	3.50
$L_v = \text{cm}$	4.80
$A_{nv} = \text{cm}^2$	2.88
$V_{eff,Rd} = \text{kN}$	60

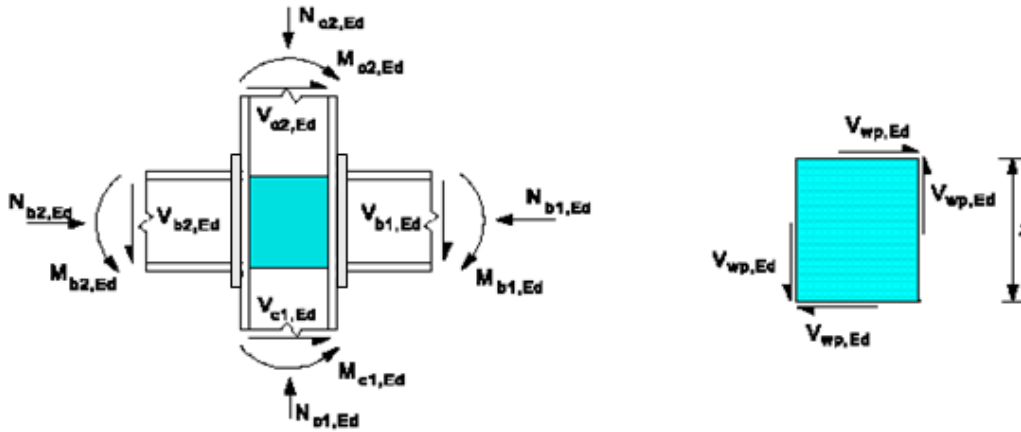
$\gamma_{M0} =$ 1.05

1.7.7 Verifiche connessione Trave HeA160 - Trave HeA200

VERIFICA DEL COLLEGAMENTO BULLONATO (equivalent T- stub flange method - EN 1993-1-8- item 6.2.4)																																																																																																																																																										
FLANGIA :	mat. tipo	1	S235 EN 10027-1 - $f_y =$	23.5	$f_u =$	36	kN/cm ²	$\beta_w = 0.8$	$\varepsilon = 1.00$																																																																																																																																																	
CONTROPIATTO :	mat. tipo		input materiale	0.0	$f_u =$	0	kN/cm ²	$\beta_w = 1$	$\varepsilon = 0.00$																																																																																																																																																	
BULLONI :	tipo M	16	8.8	$f_{yb} =$	64.0	$f_{ub} =$	80	kN/cm ²	SEZ. SUL FILETTO : $A_s = 1.57$ cm ²																																																																																																																																																	
tipo di giunto	1	giunto con bulloni interni		giunto con bulloni esterni		giunto con bulloni esterni irrigidito																																																																																																																																																				
giunto trave-trave ?	N	contropiatto ? N		1		2		3																																																																																																																																																		
nodo terminale ?	N																																																																																																																																																									
interasse file bulloni	14	cm		n° file di bulloni attivi a trazione (<=2)		n° file di bulloni attivi a trazione (2;3)		2 file di bulloni attivi a trazione																																																																																																																																																		
passo min. bull. int.	4.80	cm		n° = 1		n° = 3		distanza d = cm 7.30																																																																																																																																																		
n° file vertic. bulloni	2	d = cm 7.00		d = cm 7.30		d = cm 7.30																																																																																																																																																				
coeff. secur. bulloni	1.25																																																																																																																																																									
coeff. secur. mater.	1.05																																																																																																																																																									
VINCOLI DI PROGETTO :																																																																																																																																																										
- equidistanza bulloni da piattabanda tesa ($m_{xb} = m_{2b}$)																																																																																																																																																										
- numero minimo bulloni / fila interni = 2																																																																																																																																																										
<table border="1"> <tr> <td>COLONNA</td> <td>distanza bull.-raccordo</td> <td>(m_c)</td> <td>cm</td> <td>5.24</td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza bull.-bordo est.</td> <td>(e_c)</td> <td>cm</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza anima-raccor.</td> <td>(d_c)</td> <td>cm</td> <td>1.44</td> </tr> <tr> <td>TRAVE DI DESTRA</td> <td>larghezza flangia</td> <td>(l_{rb1})</td> <td>cm</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza bull.-raccordo</td> <td>(m_{b1})</td> <td>cm</td> <td>6.42</td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza bull.-raccordo</td> <td>($m_{x,b1}=m_{2,b1}$)</td> <td>cm</td> <td>2.75</td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza bull.-bordo est.</td> <td>(e_{b1})</td> <td>cm</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza bull.-bordo est</td> <td>($e_{x,b1}$)</td> <td>cm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>passo bull.</td> <td>dist. min. bull.-bordo est</td> <td>($e_{min}=n_{b1}$)</td> <td>cm</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>n° max. bull./fila interni</td> <td>($n_{1,b1}$)</td> <td>n°</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>7.00</td> <td>braccio di leva</td> <td>(Z_{b1})</td> <td>cm</td> <td>10.80</td> </tr> <tr> <td>TRAVE DI SINISTRA</td> <td>larghezza flangia</td> <td>(l_{rb2})</td> <td>cm</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza bull.-raccordo</td> <td>(m_{b2})</td> <td>cm</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza bull.-raccordo</td> <td>($m_{x,b2}=m_{2,b2}$)</td> <td>cm</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza bull.-bordo est.</td> <td>(e_{b2})</td> <td>cm</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>distanza bull.-bordo est</td> <td>($e_{x,b2}$)</td> <td>cm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>passo bull.</td> <td>dist. min. bull.-bordo est</td> <td>($e_{min}=n_{b2}$)</td> <td>cm</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>cm</td> <td>n° max. bull./fila interni</td> <td>($n_{1,b2}$)</td> <td>n°</td> <td></td> </tr> <tr> <td>cm</td> <td>braccio di leva</td> <td>(Z_{b2})</td> <td>cm</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>DATI PER CALCOLO</td> <td>TRAVE DI DESTRA</td> <td>(α_{b1})</td> <td>cm</td> <td>5.36</td> </tr> <tr> <td>LUNGHEZZE EFFICACI</td> <td>TRAVE DI SINISTRA</td> <td>$\lambda_{1,b1} = 0.68$</td> <td>$\lambda_{2,b1} = 0.29$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(α_{b2})</td> <td>cm</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$\lambda_{1,b2} = 0.00$</td> <td>$\lambda_{2,b2} = 0.00$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BULLONI</td> <td>diametro rondella</td> <td>(d_w)</td> <td>mm</td> <td>29.6</td> </tr> <tr> <td>SPESSORE FLANGE</td> <td>TRAVE DI DESTRA</td> <td>$t_{r,b1}$</td> <td>mm</td> <td>12.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TRAVE DI SINISTRA</td> <td>$t_{r,b2}$</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CONTROPIATTO</td> <td>t_{bp}</td> <td>mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"> $M_{j,Rd,b1} = 1035$ kNcm $M_{j,Rd,b2} = 0$ kNcm </td> <td> $M_{pl,Rd,c} = 9600$ kNcm </td> </tr> <tr> <td colspan="4"> $M_{j,Rd,bi} \geq \delta \cdot M_{pl,Rd,c}$ $M_{j,Rd,bi} \geq M_{pl,Rd,bi}$ </td> <td> GIUNTO A PARZIALE RESISTENZA $M_{pl,Rd,b1} = 5479$ kNcm $M_{pl,Rd,b2} = 0$ kNcm </td> </tr> </table>										COLONNA	distanza bull.-raccordo	(m_c)	cm	5.24		distanza bull.-bordo est.	(e_c)	cm	3.00		distanza anima-raccor.	(d_c)	cm	1.44	TRAVE DI DESTRA	larghezza flangia	(l_{rb1})	cm	20		distanza bull.-raccordo	(m_{b1})	cm	6.42		distanza bull.-raccordo	($m_{x,b1}=m_{2,b1}$)	cm	2.75		distanza bull.-bordo est.	(e_{b1})	cm	3.00		distanza bull.-bordo est	($e_{x,b1}$)	cm		passo bull.	dist. min. bull.-bordo est	($e_{min}=n_{b1}$)	cm	3.00	7	n° max. bull./fila interni	($n_{1,b1}$)	n°	2	7.00	braccio di leva	(Z_{b1})	cm	10.80	TRAVE DI SINISTRA	larghezza flangia	(l_{rb2})	cm			distanza bull.-raccordo	(m_{b2})	cm	0.00		distanza bull.-raccordo	($m_{x,b2}=m_{2,b2}$)	cm	0.00		distanza bull.-bordo est.	(e_{b2})	cm	0.00		distanza bull.-bordo est	($e_{x,b2}$)	cm		passo bull.	dist. min. bull.-bordo est	($e_{min}=n_{b2}$)	cm	0.00	cm	n° max. bull./fila interni	($n_{1,b2}$)	n°		cm	braccio di leva	(Z_{b2})	cm	0.00	DATI PER CALCOLO	TRAVE DI DESTRA	(α_{b1})	cm	5.36	LUNGHEZZE EFFICACI	TRAVE DI SINISTRA	$\lambda_{1,b1} = 0.68$	$\lambda_{2,b1} = 0.29$				(α_{b2})	cm	0.00			$\lambda_{1,b2} = 0.00$	$\lambda_{2,b2} = 0.00$		BULLONI	diametro rondella	(d_w)	mm	29.6	SPESSORE FLANGE	TRAVE DI DESTRA	$t_{r,b1}$	mm	12.00		TRAVE DI SINISTRA	$t_{r,b2}$	mm			CONTROPIATTO	t_{bp}	mm		$M_{j,Rd,b1} = 1035$ kNcm $M_{j,Rd,b2} = 0$ kNcm				$M_{pl,Rd,c} = 9600$ kNcm	$M_{j,Rd,bi} \geq \delta \cdot M_{pl,Rd,c}$ $M_{j,Rd,bi} \geq M_{pl,Rd,bi}$				GIUNTO A PARZIALE RESISTENZA $M_{pl,Rd,b1} = 5479$ kNcm $M_{pl,Rd,b2} = 0$ kNcm
COLONNA	distanza bull.-raccordo	(m_c)	cm	5.24																																																																																																																																																						
	distanza bull.-bordo est.	(e_c)	cm	3.00																																																																																																																																																						
	distanza anima-raccor.	(d_c)	cm	1.44																																																																																																																																																						
TRAVE DI DESTRA	larghezza flangia	(l_{rb1})	cm	20																																																																																																																																																						
	distanza bull.-raccordo	(m_{b1})	cm	6.42																																																																																																																																																						
	distanza bull.-raccordo	($m_{x,b1}=m_{2,b1}$)	cm	2.75																																																																																																																																																						
	distanza bull.-bordo est.	(e_{b1})	cm	3.00																																																																																																																																																						
	distanza bull.-bordo est	($e_{x,b1}$)	cm																																																																																																																																																							
passo bull.	dist. min. bull.-bordo est	($e_{min}=n_{b1}$)	cm	3.00																																																																																																																																																						
7	n° max. bull./fila interni	($n_{1,b1}$)	n°	2																																																																																																																																																						
7.00	braccio di leva	(Z_{b1})	cm	10.80																																																																																																																																																						
TRAVE DI SINISTRA	larghezza flangia	(l_{rb2})	cm																																																																																																																																																							
	distanza bull.-raccordo	(m_{b2})	cm	0.00																																																																																																																																																						
	distanza bull.-raccordo	($m_{x,b2}=m_{2,b2}$)	cm	0.00																																																																																																																																																						
	distanza bull.-bordo est.	(e_{b2})	cm	0.00																																																																																																																																																						
	distanza bull.-bordo est	($e_{x,b2}$)	cm																																																																																																																																																							
passo bull.	dist. min. bull.-bordo est	($e_{min}=n_{b2}$)	cm	0.00																																																																																																																																																						
cm	n° max. bull./fila interni	($n_{1,b2}$)	n°																																																																																																																																																							
cm	braccio di leva	(Z_{b2})	cm	0.00																																																																																																																																																						
DATI PER CALCOLO	TRAVE DI DESTRA	(α_{b1})	cm	5.36																																																																																																																																																						
LUNGHEZZE EFFICACI	TRAVE DI SINISTRA	$\lambda_{1,b1} = 0.68$	$\lambda_{2,b1} = 0.29$																																																																																																																																																							
		(α_{b2})	cm	0.00																																																																																																																																																						
		$\lambda_{1,b2} = 0.00$	$\lambda_{2,b2} = 0.00$																																																																																																																																																							
BULLONI	diametro rondella	(d_w)	mm	29.6																																																																																																																																																						
SPESSORE FLANGE	TRAVE DI DESTRA	$t_{r,b1}$	mm	12.00																																																																																																																																																						
	TRAVE DI SINISTRA	$t_{r,b2}$	mm																																																																																																																																																							
	CONTROPIATTO	t_{bp}	mm																																																																																																																																																							
$M_{j,Rd,b1} = 1035$ kNcm $M_{j,Rd,b2} = 0$ kNcm				$M_{pl,Rd,c} = 9600$ kNcm																																																																																																																																																						
$M_{j,Rd,bi} \geq \delta \cdot M_{pl,Rd,c}$ $M_{j,Rd,bi} \geq M_{pl,Rd,bi}$				GIUNTO A PARZIALE RESISTENZA $M_{pl,Rd,b1} = 5479$ kNcm $M_{pl,Rd,b2} = 0$ kNcm																																																																																																																																																						

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della colonna soggetta a forza di taglio (item 6.2.6.1)



INPUT SOLLECITAZIONI ESTREMITA' COLONNA

PARTE INFERIORE COLONNA		PARTE SUPERIORE COLONNA	
$V_{c1,Ed}$	= 8 kN	$V_{c2,Ed}$	= 2 kN
$M_{c1,Ed}$	= 0 kNcm	$M_{c2,Ed}$	= 0 kNcm
$N_{c1,Ed}$	= 56 kN	$N_{c2,Ed}$	= 47 kN

$V_{wp,Rd} \geq V_{wp,Ed}$

braccio di leva : $z = 10.80$ cm
 $M_{j,Rd} = 2270$ kNcm

FORZA DI TAGLIO AGENTE SUL PANNELLO D'ANIMA NON IRRIGIDITO :		$V_{wp,Ed} =$ kN	3
$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$	$d / t_w = 21$	$< 69 \cdot \epsilon = 69$	

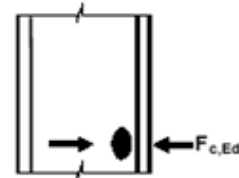
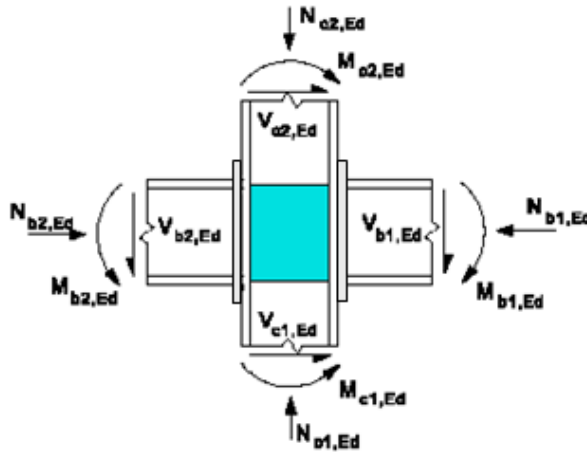
RESISTENZA DI PROGETTO A TAGLIO DEL PANNELLO D'ANIMA :		$V_{wp,Rd} =$ kN	210
---	--	------------------	------------

pannello non irrigidito :	$V_{wp,Rd} = 0.9 \cdot A_{vc} \cdot (f_{t,wp} / 3^{0.5}) / \gamma_{M0}$	$V_{wp,Rd} =$ kN	210
$A_{vc} = \max (A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_w)$	$\eta = 1.20$	$A_{vc} = 18.08$ cm ²	

irrigidimenti trasversali :	$V_{wp,Rd} = V_{wp,Rd,(non\ irrig.)} + V_{wp,add,Rd}$	$V_{wp,Rd} =$ kN	0
$V_{wp,add,Rd} = 4 \cdot M_{pl,fc,Rd} / d_s < (2 \cdot M_{pl,fc,Rd} + 2 \cdot M_{pl,sl,Rd}) / d_s$		$V_{wp,add,Rd} =$ kN	31
$M_{pl,fc,Rd} = 112$ kNcm	momento resistente plastico di progetto della piattabanda della colonna		
$M_{pl,sl,Rd} = 244$ kNcm	momento resistente plastico di progetto degli irrigidimenti dell'anima		
$d_s = 14.30$ cm	distanza tra gli assi degli irrigidimenti		

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della colonna in compressione trasversale (item 6.2.6.2)



CARATTERISTICHE DELLA COLONNA

A_c = area della sezione
 W_{wc} = modulo di resistenza di progetto riferito al piede del raccordo anima-piattabanda

A_c	54	cm ²
W_{wc}	429	cm ³ W plastico
$\sigma_{com,Ed}$	1.040	kN/cm ²

PARTE INFERIORE COLONNA		PARTE SUPERIORE COLONNA	
$V_{c1,Ed}$	8 kN	$V_{c2,Ed}$	2 kN
$M_{c1,Ed}$	0 kNcm	$M_{c2,Ed}$	0 kNcm
$N_{c1,Ed}$	56 kN	$N_{c2,Ed}$	47 kN

$F_{c,wc,Rd} \geq F_{c,wc,Ed}$

$F_{c,wc,Ed,b1} = 0.00$ kN

$F_{c,wc,Ed,b2} = 0.00$ kN

FORZA DI COMPRESSIONE AGENTE SUL PANNELLO D'ANIMA NON IRRIGIDITO :	$F_{c,wc,Ed} =$ kN	0
$F_{c,wc,Ed}$ = Forza massima trasmessa dalle piattabande delle travi collegate		

RESISTENZA DI PROGETTO A COMPRESSIONE DEL PANNELLO D'ANIMA :	$F_{c,wc,Rd} =$ kN	209
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO	$M_{j,Rd} =$ kNcm	2254

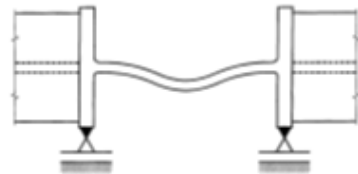
pannello non irrigidito :	$F_{c,wc,Rd} = (\omega \cdot k_{wc} \cdot b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}) / \gamma_{M0}$	$F_{c,wc,Rd} =$ kN	209
con la seguente limitazione	$F_{c,wc,Rd} \leq (\omega \cdot k_{wc} \cdot \rho \cdot b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}) / \gamma_{M1} =$	209	kN

$\gamma_{M1} = 1.05$ coeff. parziale di sicurezza per l'instabilità

$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2 \cdot 2^{0.5} \cdot a_p + 5 \cdot (t_{fc} + s) + s_p$ $b_{eff,c,wc} = 18.51$ cm

$\omega_1 = 0.79668$ $\omega_{b1} = 0.79668$
 $\omega_2 = 0.5503$ $\omega_{b2} = 1$ $\omega = 0.79668$

$k_{wc} = 1$
 $\lambda_p = 0.75539$ $\rho = 0.97332$

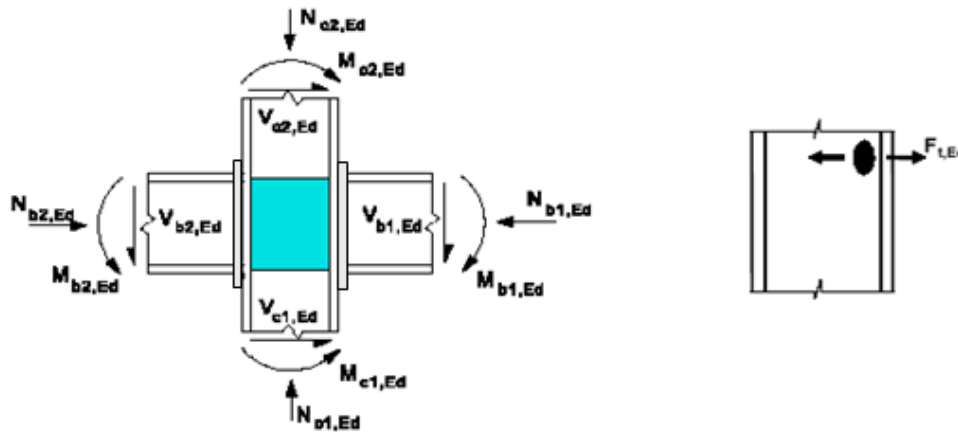


2254

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima della colonna in trazione trasversale

(item 6.2.6.3)



PARTE INFERIORE COLONNA		PARTE SUPERIORE COLONNA	
$V_{c1,Ed}$	= 8 kN	$V_{c2,Ed}$	= 2 kN
$M_{c1,Ed}$	= 0 kNcm	$M_{c2,Ed}$	= 0 kNcm
$N_{c1,Ed}$	= 56 kN	$N_{c2,Ed}$	= 47 kN

$$F_{t,wc,Rd} \geq F_{t,wc,Ed}$$

$$F_{t,wc,Ed,b1} = 0.00 \text{ kN}$$

$$F_{t,wc,Ed,b2} = 0.00 \text{ kN}$$

FORZA DI TRAZIONE AGENTE SUL PANNELLO D'ANIMA NON IRRIGIDITO :	$F_{t,wc,Ed} =$ kN	0
$F_{t,wc,Ed}$ = Forza massima trasmessa dalle piattabande delle travi collegate		

RESISTENZA DI PROGETTO A TRAZIONE DEL PANNELLO D'ANIMA :	$F_{t,wc,Rd} =$ kN	252
---	--------------------	-----

MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO		$M_{j,Rd} =$ kNcm	2879
pannello non irrigidito :	$F_{t,wc,Rd} = (\omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{t,wc}) / \gamma_{MO}$	$F_{t,wc,Rd} =$ kN	252

$\gamma_{MO} =$ <input type="text" value="1.05"/> coefficiente parziale di sicurezza	per una sola fila di bulloni :		
$b_{eff,t,wc} = \sum l_{eff} =$ largh. efficace piattab. $b_{eff,t,wc} =$ cm 24.69	$b_{eff,t,wc,l} =$ 24.69 cm	$F_{t,wc,Rd,l} =$	0
$\omega_1 = 0.70288$ } $\omega_{b1} = 0.70288$	$\omega = 0.70288$		
$\omega_2 = 0.44296$ } $\omega_{b2} = 1$	$\omega = 0.70288$	$b_{eff,t,wc,e} =$ 24.69 cm	$F_{t,wc,Rd,e} =$ 252
$\omega = 0.70288$		$M_{j,Rd} =$	2879

irrigidimenti trasversali :	$F_{t,wc,Rd} = F_{t,wc,Rd,(non\ irrigo)} + F_{t,wc,add,Rd}$	$F_{t,wc,Rd} =$ kN	0
------------------------------------	---	--------------------	---

$F_{t,wc,add,Rd} = 4 \cdot M_{pl,tc,Rd} / d_s < (2 \cdot M_{pl,tc,Rd} + 2 \cdot M_{pl,st,Rd}) / d_s$	$F_{t,wc,add,Rd} =$ kN	31
--	------------------------	----

$M_{pl,tc,Rd} = 112$ kNcm	momento resistente plastico di progetto della piattabanda della colonna	
---------------------------	---	--

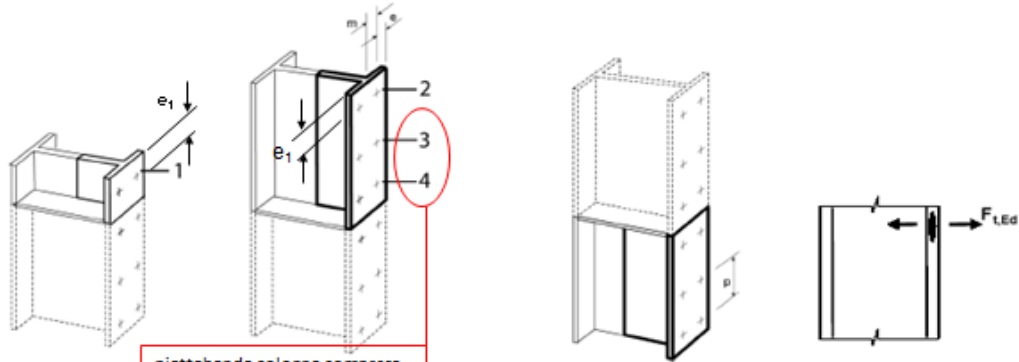
$M_{pl,st,Rd} = 244$ kNcm	momento resistente plastico di progetto degli irrigidimenti dell'anima	
---------------------------	--	--

$d_s = 14.30$ cm	interasse irrigidimenti	$b_{eff,t,wc,e} = 28.59$ cm	$F_{t,wc,Rd,e} = 270$
------------------	-------------------------	-----------------------------	-----------------------

		$\omega = 0.64918$	$M_{j,Rd} = 3079$
--	--	--------------------	-------------------

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

piattabanda della colonna soggetta a flessione (item 6.2.6.4)



piattabanda colonna compresa sempre tra 2 irrigidimenti se richiesti (file di bulloni 3 e 4)
column flange always included between 2 stiffeners if required (bolt-rows 3 and 4)

$F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$

$\lambda_{1,c} = 0.635701$

$\lambda_{2,c} = 0.334378$

$F_{t,Ed} = \text{kN}$

$n_{b,stab} =$

	Trave di Destra		Trave di Sinistra	
	fila singola	gruppo file	fila singola	gruppo file
$F_{t,Ed} = \text{kN}$	3.00	0.28	0.00	0.00
$n_{b,stab} =$	2	2	0	0

FORZA MASSIMA AGENTE SULLA PIATTABANDA NON IRRIGIDITA :	$F_{t,Ed} = \text{kN}$	3
$F_{t,Ed} =$ Forza massima sulle file di bulloni reagenti		

RESISTENZA DI PROGETTO DELLA PIATTABANDA DELLA COLONNA :	$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$	99
anima colonna non irrigidita : $F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$	$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$	99

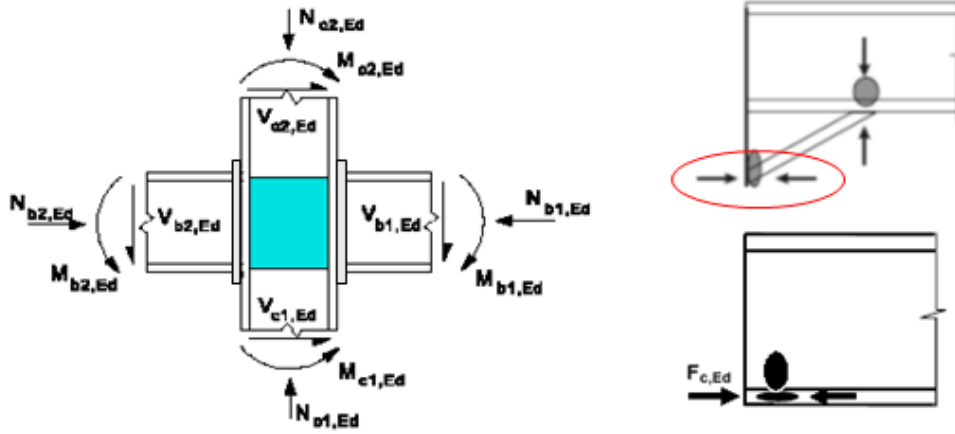
resistenza singola fila		limite : kN	208.79	limite : kN	0.00		
Tr. Destra	Tr. Sinistra	Trave di Destra		Trave di Sinistra			
modo 2	modo 2	fila singola	gruppo file	fila singola	gruppo file		
estremi	99.37	105.56	68.38	0.00	0.00	metodo base - collasso flangia	
interni	-11.82	122.89	79.61	0.00	0.00	metodo altern. - collasso flangia	
interni	0.00	99.37	87.55	0.00	0.00	collasso flangia e rottura bulloni	
$l_{tr,f}$	24.69	180.67	180.67	0.00	0.00	rottura bulloni	
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO		1015	kNcm	0	kNcm	$M_{j,Rd} =$	1015

anima colonna irrigidita : $F_{t,Rd,f} \geq F_{t,Ed}$	$F_{t,Rd,f} = \text{kN}$	105
--	--------------------------	------------

resistenza singola fila		Trave di Destra		Trave di Sinistra			
Tr. Destra	Tr. Sinistra	fila singola	gruppo file	fila singola	gruppo file		
modo 2	modo 2	fila singola	gruppo file	fila singola	gruppo file		
estremi	104.66	122.21	85.04	0.00	0.00	metodo base - collasso flangia	
interni	104.66	142.28	99.00	0.00	0.00	metodo altern. - collasso flangia	
interni	-11.82	104.66	92.85	0.00	0.00	collasso flangia e rottura bulloni	
$l_{tr,f}$	24.69	180.67	180.67	0.00	0.00	rottura bulloni	
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO		1072	kNcm	0	kNcm	$M_{j,Rd} =$	1072

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima e piattabanda delle travi in compressione (item 6.2.6.7)



CERNIERA PLASTICA ? (Y,N) **trave di destra :**

N

trave di sinistra :

N

$F_{c,Rd,bi} \geq F_{c,Ed,bi}$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA COMPRESSA :	trave di destra : $F_{c,Ed,b1} =$ kN	0
	trave di sinistra : $F_{c,Ed,b2} =$ kN	0

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA COMPRESSA :	trave di destra : $F_{c,Rd,b1} =$ kN	383
$F_{c,Rd,bi} = M_{c,Rd,bi} / (h_i - t_{fbi}) :$	trave di sinistra : $F_{c,Rd,b2} =$ kN	0

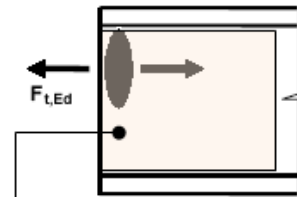
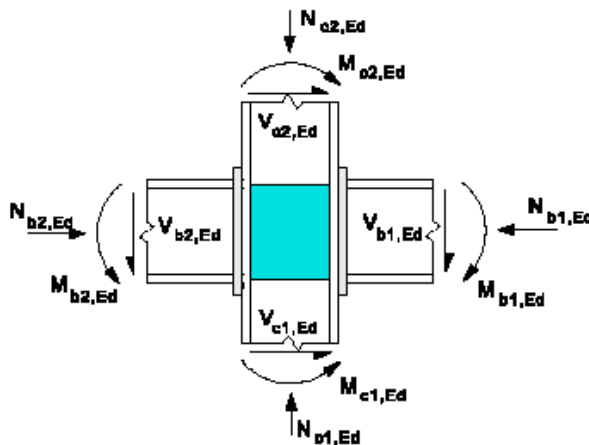
$M_{c,V,Rd,bi} = [W_{pl} - \rho \cdot A_w^2 / 4 \cdot t_w] \cdot f_y / \gamma_{MO} \leq M_{c,Rd,bi} = W_{pl,bi} \cdot f_{ybi} / \gamma_{MO}$	trave di dx. : kNcm	5480												
	trave si sx. : kNcm	0												
$\rho_{bi} = [2 \cdot V_{bi,Ed} / V_{pl,Rd,bi} - 1]^2$	trave di dx. : kN	0.000												
	trave si sx. : kN	0.000												
$V_{pl,Rd,bi} = A_{v,bi} \cdot (f_{ybi} / 3^{0.5}) / \gamma_{MO}$	trave di dx. : kN	171												
	trave si sx. : kN	0												
altezza trave di destra < 600 mm - item 6.2.6.7(1) $\alpha_d = 1.00$														
altezza trave di sinistra < 600 mm - item 6.2.6.7(1) $\alpha_s = 1.00$														
$A_{v,bi} = \max [A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_{w,bi}]$ $\eta = 1.00$	trave di dx. : cm ²	13												
	trave si sx. : cm ²	0												
$W_{pl,b1} =$ <table border="0"><tr><td>max h</td><td>245</td><td>cm³</td></tr><tr><td>min h</td><td>245</td><td>cm³</td></tr></table>	max h	245	cm ³	min h	245	cm ³	$M_{pl,Rd,b1} =$ <table border="0"><tr><td>max h</td><td>5480</td><td>kNcm</td></tr><tr><td>min h</td><td>5480</td><td>kNcm</td></tr></table>	max h	5480	kNcm	min h	5480	kNcm	
max h	245	cm ³												
min h	245	cm ³												
max h	5480	kNcm												
min h	5480	kNcm												
$W_{pl,b2} =$ <table border="0"><tr><td>max h</td><td>0</td><td>cm³</td></tr><tr><td>min h</td><td>0</td><td>cm³</td></tr></table>	max h	0	cm ³	min h	0	cm ³	$M_{pl,Rd,b2} =$ <table border="0"><tr><td>max h</td><td>0</td><td>kNcm</td></tr><tr><td>min h</td><td>0</td><td>kNcm</td></tr></table>	max h	0	kNcm	min h	0	kNcm	
max h	0	cm ³												
min h	0	cm ³												
max h	0	kNcm												
min h	0	kNcm												

RESISTENZA DI PROGETTO MINIMA DELLA SALDATURA DEL GIUNTO : (item 6.2.3 (5) EN 1993-1-8)			
coeff. di sic. per analisi del primo ordine (& 5.2.1(3)-EN 1993-1-8)	1.4	l'ordine	$\alpha = 1.4$
coefficiente di sicurezza a da usarsi in tutti gli altri casi	1.7		
momento resistente minimo del nodo :	trave di destra :	$M_{b1,Rd,min} =$	1015 kNcm > 0
$M_{bL,Rd,min} \geq M_{bL,Ed}$	trave di sinistra :	$M_{b2,Rd,min} =$	0 kNcm > 0
criterio di sovraresistenza trave-nodo :	trave di destra :	$M_{b1,Rd} =$	1015 kNcm < 2859
$\min(M_{pl,Rd,bL,min}; \alpha \cdot M_{bL,Rd,min}) \leq M_{bL,Rd}$	trave di sinistra :	$M_{b2,Rd} =$	0 kNcm < 0
MOMENTO RESISTENTE DI PROGETTO DELLA SALDATURA :		$M_{b1,Rd} =$ kNcm	2859
MOMENTO RESISTENTE DI PROGETTO DELLA SALDATURA :		$M_{b2,Rd} =$ kNcm	0

RESISTENZA DI PROGETTO DEL COLLEGAMENTO TRAVE-COLONNA

anima delle travi soggetta a trazione

(item 6.2.6.8)



anima non rinforzata
spessore di prog. anima dx mm 6
spessore di prog. anima sx mm 0

CERNIERA PLASTICA ? (Y,N)	trave di destra :	N
	trave di sinistra :	N

$$F_{t,Rd,bi} \geq F_{t,Ed,bi}$$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA TESA :	trave di destra :	$F_{t,Ed,b1} =$ kN	0
	trave di sinistra :	$F_{t,Ed,b2} =$ kN	0

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA TESA :	trave di destra :	$F_{t,Rd,b1} =$ kN	311
$F_{t,Rd,bi} = b_{eff,t,wbi} \cdot t_{wbi} \cdot f_{y,wbi} / \gamma_{M0}$	trave di sinistra :	$F_{t,Rd,b2} =$ kN	0
MOMENTO RESISTENTE DEL GIUNTO $M_{j,Rd} =$ kNcm			3358
$b_{eff,t,wbi}$ = lunghezza efficace dell'anima tesa : items 6.2.6.8 (2) e 6.2.6.5)	trave di destra :	23.16	
	trave di sinistra :	0.00	
→ per una sola fila di bulloni interni :	trave di destra :	29.42	$F_{t,Rd,b1} \geq 0$
	trave di sinistra :	0.00	$F_{t,Rd,b2} = 0$
→ per una sola fila di bulloni vicini alla piattabanda tesa :	trave di destra :	34.37	$F_{t,Rd,b1} \geq 311$
	trave di sinistra :	0.00	$F_{t,Rd,b2} = 0$

RESISTENZA A TAGLIO DEI BULLONI

resistenza globale dei bulloni non tesi e tesi (item 6.2.2 (2))

resistenza a taglio per piano di taglio : $F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ $\alpha_v = 0.6$

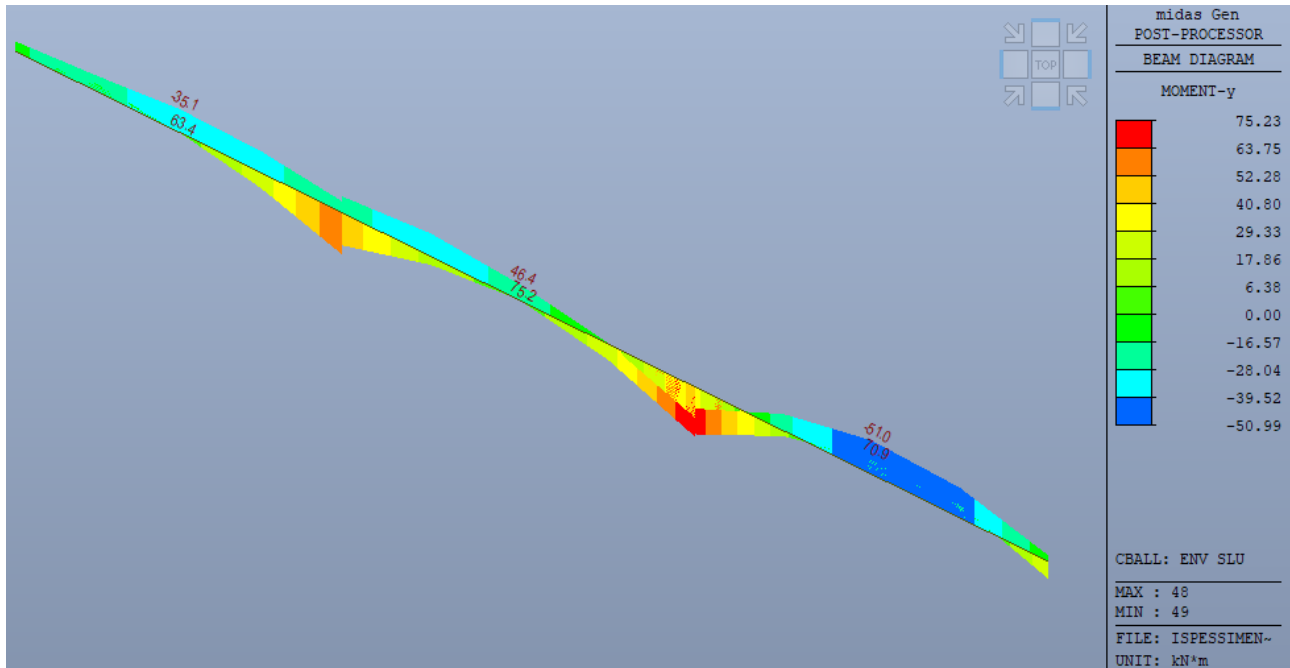
	trave dx	trave sx	
numero di bulloni resistenti a taglio :	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0"/>	conferma o modifica trave dx trave sx numero di bulloni resistenti a taglio : <input type="text" value="2"/>
numero di bulloni attivi a trazione :	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0"/>	
resistenza a taglio per piano di taglio :	<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
resistenza a taglio bulloni non tesi :	<input type="text" value="120"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
resistenza a taglio ridotta bulloni tesi :	<input type="text" value="34"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
taglio di progetto sul giunto :	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
verifica di resistenza a taglio :	<input type="text" value="0.012"/>	<input type="text" value="0.000"/>	< 1



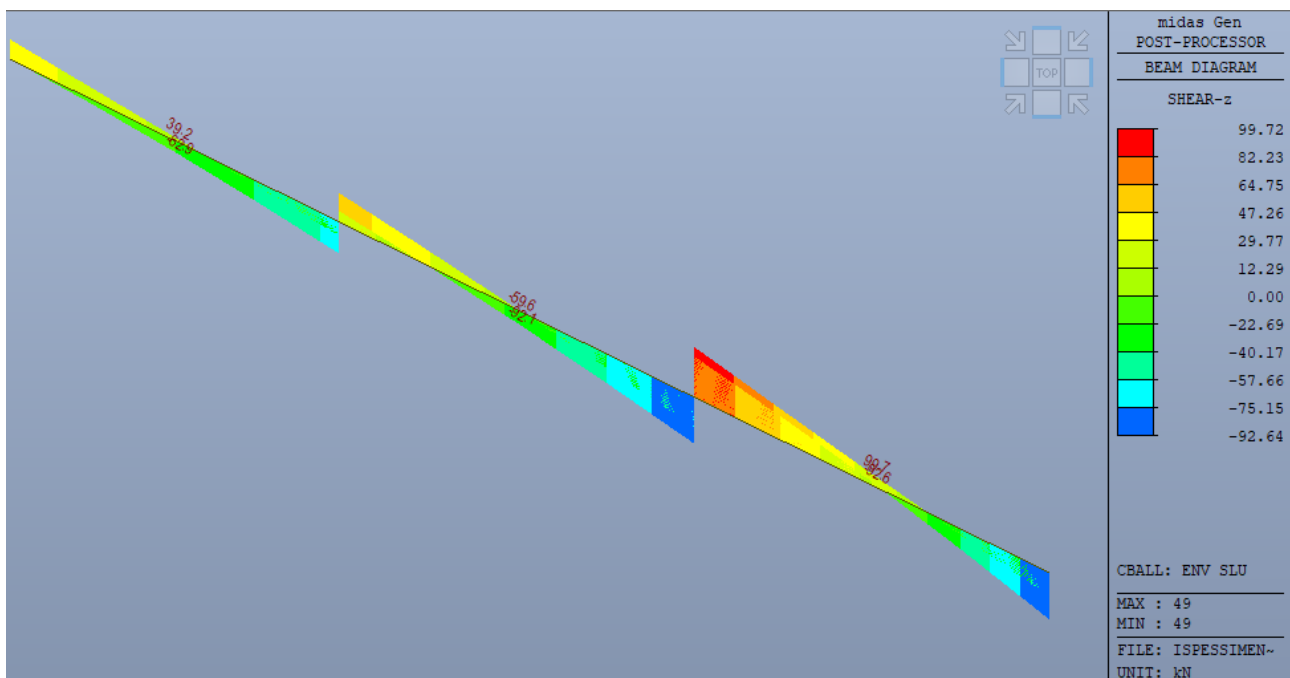
1.8 Verifiche delle opere di fondazione

1.8.1 Verifiche trave di fondazione H=100 x B=100 cm

La trave di fondazione di larghezza maggiore, pari a 100 cm, presenta i seguenti stati di sollecitazione:



Momento flettente M_y – involucro SLU [kN*m]



Sforzo tagliante F_z – involucro SLU [kN/m]

Le sollecitazioni massime riscontrate sono le seguenti:

- Momento flettente massimo positivo sotto le colonne: $M_{sd} = 75.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$;
- Momento flettente massimo negativo in campata: $M_{sd} = 50.99 \text{ kN}\cdot\text{m}$;
- Taglio massimo positivo sotto le colonne: 99.72 kN ;

La trave, a flessione, viene armata con il minimo di norma che corrisponde a :

- Ferri superiori (B=450 mm): $A_{s,min} = 0.00179 \cdot 960 \cdot 450 = 773 \text{ mm}^2 \Rightarrow A_{s,prov} = 3\phi 20 = 942 \text{ mm}^2$
- Ferri inferiori (B=1000 mm): $A_{s,min} = 0.00179 \cdot 960 \cdot 1000 = 1718 \text{ mm}^2 \Rightarrow A_{s,prov} = 6\phi 20 = 1884 \text{ mm}^2$

La trave, a taglio, viene armata con staffe $\phi 8/25 \text{ cm}$.

La verifica a flessione fornisce i seguenti risultati:

- Momento resistente positivo sotto le colonne: $M_{rd} = 672 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{sd} = 75.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$; OK
- Momento flettente massimo negativo in campata: $M_{rd} = 340 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{sd} = 50.99 \text{ kN}\cdot\text{m}$;

Titolo: Trave di fondazione B=100

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	45	100	1	9,42	5
			2	18,85	95

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C30/37

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

M_{xRd} 672.1 kN m
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 38.36 ‰
d 95 cm
x 7.943 x/d 0.08361
 δ 0.7

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
 Rettangoli Coord.
DXF

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
M-curvatura
 Precompresso

Titolo : Trave di fondazione B=100

N* strati barre Zoom

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm ²]	d [cm]
1	45	100	1	9,42	5
			2	18,85	95

Tipologia Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C30/37
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11,5 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6933
 τ_{c1} 2,029

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Carichi
 M_{xRd} -340,8 kN m
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 60,7 ‰
 d 95 cm
 x 5,179 x/d 0,05452
 δ 0,7

Parametri di calcolo
 N^* rett. 100
 L₀ 0 cm

 Precompresso

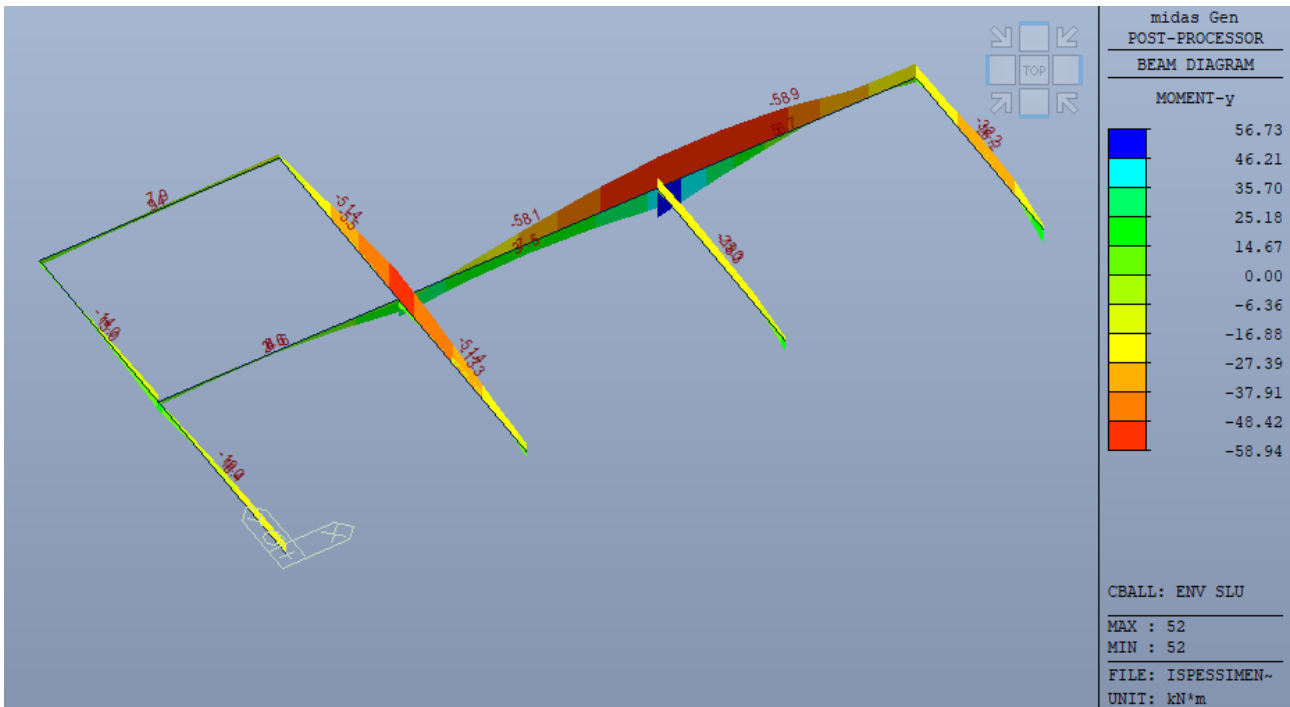
La verifica a taglio fornisce i seguenti risultati:

Dati			
b_w [mm] =	450		
d [mm] =	960		
f_{ck} [N/mm ²] =	32		
f_{yd} [N/mm ²] =	391		
Armatura tesa A_{sl} [mm ²] =	942		
γ_c =	1,5		
α_c =	1		
v =	0,5		
Taglio Sollecitante V_{ED} [kN] =	99,72		
Parametri			
$k = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1,4564		
$v_{min} = 0,035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2} =$	0,3480		
$\rho_l = A_{sl} / (b_w * d) =$	0,0022		
Taglio resistente (senza armatura a taglio)			
$V_{rcd1} = [0,18 * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c] * b_w * d =$	144,28	kN	
$V_{rcd2} = v_{min} * b_w * d =$	150,34	kN	
$V_{rd} = \max(V_{rcd1}; V_{rcd2}) =$	150,34	kN	VERIFICATO

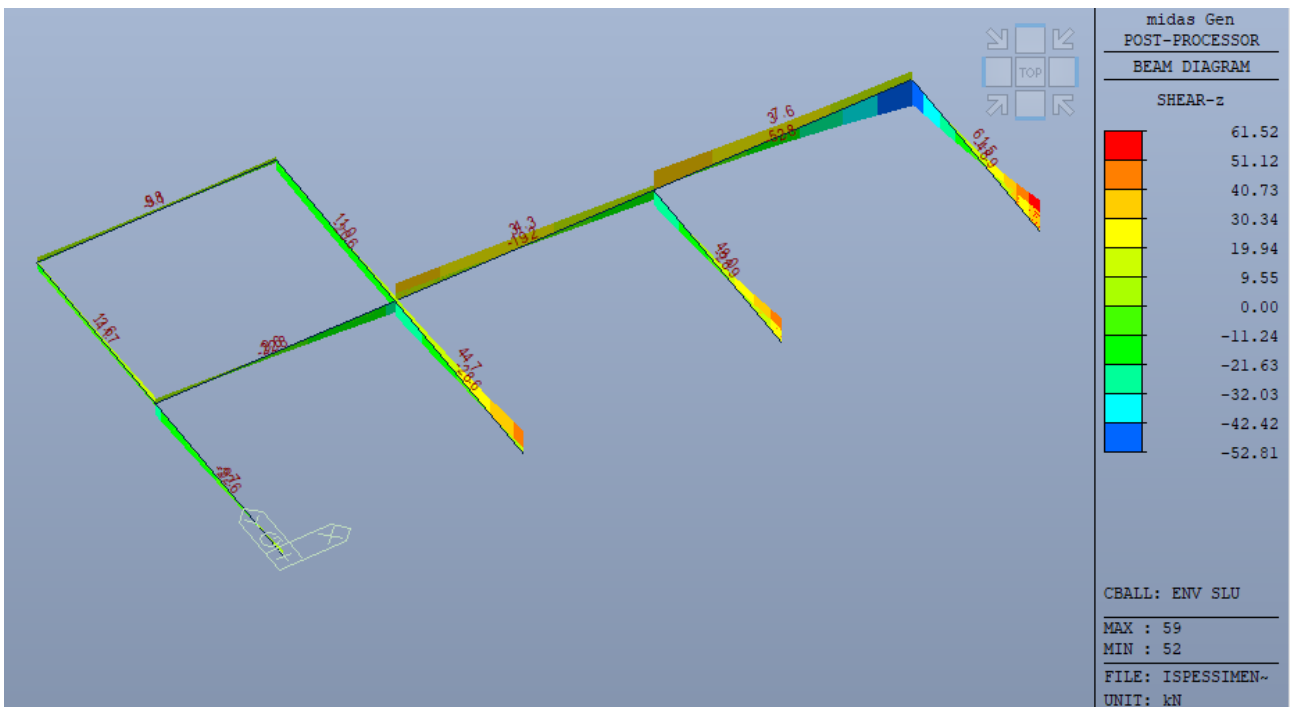
La verifica mette in evidenza che la sezione è in grado di resistere al taglio senza armatura dedicata; vengono comunque previste staffe $\phi 8/25$ cm.

1.8.2 Verifiche trave di fondazione H=100 x B=80 cm

La trave di fondazione di larghezza minore, pari a 80 cm, presenta i seguenti stati di sollecitazione:



Momento flettente M_y – involucro SLU [kN*m]



Sforzo tagliante F_z – involucro SLU [kN/m]

Le sollecitazioni massime riscontrate sono le seguenti:

- Momento flettente massimo positivo sotto le colonne: $M_{sd} = 56.73 \text{ kN}\cdot\text{m}$;
- Momento flettente massimo negativo in campata: $M_{sd} = 58.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$;
- Taglio massimo positivo sotto le colonne: 61.52 kN ;

La trave, a flessione, viene armata con il minimo di norma che corrisponde a :

- Ferri superiori (B=450 mm): $A_{s,min} = 0.00179 \cdot 960 \cdot 450 = 773 \text{ mm}^2 \Rightarrow A_{s,prov} = 3\phi 20 = 942 \text{ mm}^2$
- Ferri inferiori (B=1000 mm): $A_{s,min} = 0.00179 \cdot 960 \cdot 800 = 1374 \text{ mm}^2 \Rightarrow A_{s,prov} = 5\phi 20 = 1570 \text{ mm}^2$

La trave, a taglio, viene armata con staffe $\phi 8/25 \text{ cm}$.

La verifica a flessione fornisce i seguenti risultati:

- Momento resistente positivo sotto le colonne: $M_{rd} = 562 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{sd} = 56.73 \text{ kN}\cdot\text{m}$; OK
- Momento flettente massimo negativo in campata: $M_{rd} = 340 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{sd} = 58.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$;

Titolo : Trave di fondazione B=100

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	45	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	9,42	5
2	15,71	95

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C30/37

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello
M-curvatura
 Precompresso

Titolo : Trave di fondazione B=100

N* strati barre Zoom

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm ²]	d [cm]
1	45	100	1	9,42	5
			2	18,85	95

Tipologia Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali
 B450C C30/37
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 11,5 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6933
 τ_{c1} 2,029

Tipologia rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} -340,8 kNm
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 60,7 ‰
 d 95 cm
 x 5,179 x/d 0,05452
 δ 0,7

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione
 Retta Deviata

N* rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L_o cm Col. modello
 M-curvatura
 Precompresso

La verifica a taglio fornisce i seguenti risultati:

Dati				
b _w [mm] =		450		
d [mm] =		960		
f _{ck} [N/mm ²] =		32		
f _{yd} [N/mm ²] =		391		
Armatura tesa A _{sl} [mm ²] =		942		
γ _c =		1,5		
α _c =		1		
v =		0,5		
Taglio Sollecitante V _{ED} [kN] =		61,52		
Parametri				
k = 1 + (200/d) ^{1/2} =		1,4564		
v _{min} = 0,035 * k ^{3/2} * f _{ck} ^{1/2} =		0,3480		
ρ ₁ = A _{sl} / (b _w * d) =		0,0022		
Taglio resistente (senza armatura a taglio)				
V _{rcd1} = [0,18 * k * (100 * ρ ₁ * f _{ck}) ^{1/3} / γ _c] * b _w * d =		144,28	kN	
V _{rcd2} = v _{min} * b _w * d =		150,34	kN	
V _{rd} = max (V _{rcd1} ; V _{rcd2}) =		150,34	kN	VERIFICATO

La verifica mette in evidenza che la sezione è in grado di resistere al taglio senza armatura dedicata; vengono comunque previste staffe φ8/25 cm.